TÜV RHEINLAND
ENERGIE UND UMWELT GMBH

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11120-02-00

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd. für die Komponente Schwebstaub $PM_{2,5}$

TÜV-Bericht Nr.: 936/21222754/A
Köln, 01. Oktober 2013

www.umwelt-tuv.de

teu-service@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz
für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Feuerraummessungen;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung
- Bestimmung der Schornsteinhöhen und Immissionsprognosen für Schadstoffe und Geruchsstoffe;
- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Vibrationen, Bestimmung von Schallleistungspegeln und Durchführung von Schallmessungen an Windenergieanlagen

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 22-01-2018. DAkkS-Registriernummer: D-PL-11120-02-00.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-5200, Fax: 0221 806-1349

Leerseite

Kurzfassung

Im Auftrag der Firma Ecotech Pty Ltd. führte die TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider für die Komponente Schwebstaub $PM_{2,5}$ durch. Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Januar 2010

Die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen $PM_{2,5}$ Vorabscheider (bestehend aus PM_{10}-Probenahmekopf und $PM_{2,5}$ Sharp Cut Cyclone) angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Der geprüfte Zertifizierungsbereich betrug:

Komponente	**Zertifizierungsbereich**
$PM_{2,5}$	0 – 1000 µg/m³

Die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider wurde von der Fa. Met One Instruments, Inc. entwickelt und wird bei Met One komplett gefertigt.

Die Messeinrichtung ist bis auf ein abgeändertes Frontdesign hardwareseitig absolut baugleich mit der Messeinrichtung BAM-1020. Die Gerätesoftware wurde basierend auf der zugelassenen Software der Messeinrichtung BAM-1020 in den folgenden Punkten angepasst:

Basissoftware BAM-1020:	Version 3236-07 5.1.1
Software Spirant BAM 1100:	Version 81237-05 V1.0.0

Folgende Unterschiede bestehen zwischen den beiden Softwareversionen:

1. Referenzen auf Met One und BAM 1020 in Display Menüs und Ausgaben entfernt und durch Spirant BAM 1100 ersetzt
2. Einfügen eines weiteren Ausgabeprotokolls, damit Spirant BAM 1100 zusammen mit anderen Ecotech Produkten mit gleichen Kommandos ausgelesen werden kann
3. Keine Ausgabe des Span- und Stabilitätswertes im Datenreport sowie im Bayern-/Hessen-Protokoll

Die implementierten Änderungen zwischen der Basissoftware BAM-1020 und der Software Spirant BAM 1100 haben keine Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit der Messeinrichtung.

Die Messeinrichtung ist unter dem Namen BAM-1020 mit $PM_{2,5}$ Vorabscheider im Bundesanzeiger bekannt gegeben. Die Bekanntgabehistorie für die Messeinrichtung BAM-1020 mit $PM_{2,5}$ Vorabscheider der Fa. Met One Instruments, Inc. stellt sich wie folgt dar:

Erstbekanntgabe:

BAM-1020 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010 (BAnz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1)

Die letzte Mitteilung zur Messeinrichtung erfolgte:

BAM-1020 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider mit Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 03. Juli 2013 (BAnz AT 23.07.2013 B4, Kapitel IV, 4. Mitteilung), Stellungnahme vom 18. März 2013

Die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider verfügt derzeit noch nicht über eine Bekanntgabe in Deutschland bzw. in Europa.

Zur Bekanntgabe der Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider erfolgten keinerlei praktische Prüfungen. Es wurde lediglich eine Dokumentenprüfung durchgeführt. Der Produktionsstandort der Firma Met One in Grants Pass wird bereits jährlich auditiert. Das letzte Audit fand im Februar 2013 statt, im nächsten Audit in 2014 wird die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider explizit in den Auditumfang aufgenommen. Des Weiteren wurde die Messeinrichtung auch in den Auditumfang bei der Firma Ecotech Pty. Ltd. in Knoxfield aufgenommen und die notwendigen Prozesse zum Informationsaustausch zwischen Met One und Ecotech im Rahmen des im September 2013 stattgefundenen Erstaudits gemäß EN 15267-3 positiv begutachtet.

Die Messeinrichtung wird ausschließlich bei der Met One Instruments, Inc. in Grants Pass, USA produziert. Die Produktion erfolgt parallel zu den Messeinrichtungen der Met One Instruments, Inc. unter den exakt gleichen Randbedingungen mit dem gleichen Personal und Material. Die beiden Messeinrichtungen sind bis auf ein anderes Frontdesign sowie die aufgeführten Softwareanpassungen exakt baugleich.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub $PM_{2,5}$ vorgeschlagen.

Das vorliegende Dokument beinhaltet einen Bekanntgabevorschlag für die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider. Anlagen sind der Eignungsprüfbericht für die Messeinrichtung BAM-1020 mit $PM_{2,5}$ Vorabscheider inkl. aller Mitteilungen seit Erstbekanntgabe sowie des Handbuch für die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider.

Leerseite

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider der Fa. Ecotech Pty Ltd. für die Komponente Schwebstaub $PM_{2,5}$

Geprüftes Gerät:	Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider für Schwebstaub $PM_{2,5}$
Hersteller:	Ecotech Pty Ltd. 1492 Ferntree Gully Road Knoxfield, VIC, 3180 Australia
Prüfzeitraum:	Juli 2008 bis März 2010
Berichtsdatum:	01. Oktober 2013
Berichtsnummer:	936/21222754/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Karsten Pletscher karsten.pletscher@de.tuv.com
Fachlich Verantwortlicher:	Dr. Peter Wilbring peter.wilbring.@de.tuv.com

Leerseite

1. Allgemeines

1.1 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

Messeinrichtung:
Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$ -Vorabscheider

Hersteller:
Ecotech Pty Ltd., Knoxfield, Australien

Eignung:
Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der $PM_{2,5}$-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereich in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	Einheit
$PM_{2,5}$	0 - 1.000	µg/m³

Softwareversionen:
Version 81237-05 V1.0.0

Einschränkungen:
Keine

Hinweise:
1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” in der Version vom Januar 2010 werden für die Messkomponente $PM_{2,5}$ eingehalten.
2. Das Gerät ist zur Erfassung von $PM_{2,5}$ mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), PM_{10}-Probenahmekopf (BX-802), $PM_{2,5}$ Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596) bzw. alternativ Umgebungstemperatursensor (BX-592).
3. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterfleck wurde nur einmal beprobt.
4. Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen $PM_{2,5}$-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.
8. Der Prüfbericht über die Eignungsprüfung ist im Internet unter www.qal1.de einsehbar.

Prüfbericht:
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Köln
Bericht-Nr.: 936/21222754/A vom 01. Oktober 2013

Köln, den 01. Oktober 2013

Dipl.-Ing. Karsten Pletscher

Dr. Peter Wilbring

Anlagen:

- Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub $PM_{2,5}$, TÜV-Bericht Nr.: 936/21209919/A, vom 26.03.2010
- Zusammenstellung aller Mitteilungen seit Erstbekanntgabe der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit $PM_{2,5}$ Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub $PM_{2,5}$
- Bedienungshandbuch für die Messeinrichtung Spirant BAM 1100 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider

TÜV RHEINLAND IMMISSIONSSCHUTZ UND ENERGIESYSTEME GMBH

Akkreditiertes Prüfinstitut

Deutscher Akkreditierungs Rat DAR

DAP-PL-3856.99

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5

TÜV-Bericht: 936/21209919/A
Köln, 26.03.2010

www.umwelt-tuv.de

luft@de.tuv.com

Die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH ist mit der Abteilung Immissionsschutz für die Arbeitsgebiete:

- Bestimmung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen und Geruchsstoffen;
- Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmessgeräte einschließlich Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung;
- Eignungsprüfung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung der Emissionen und Immissionen sowie von elektronischen Systemen zur Datenauswertung und Emissionsfernüberwachung

nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Die Akkreditierung ist gültig bis 31-01-2013. DAR-Registriernummer: DAP-PL-3856.99.

Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung.

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH
D - 51105 Köln, Am Grauen Stein, Tel: 0221 806-2756, Fax: 0221 806-1349

Akkreditiertes Prüfinstitut
Deutscher Akkreditierungs Rat
DAP-PL-3856.99

Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Komponente Schwebstaub PM2,5

Geprüftes Gerät:	BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider
Hersteller:	Met One Instruments, Inc. 1600 NW Washington Blvd. Grants Pass, Oregon 97526 USA
Prüfzeitraum:	Juli 2008 bis März 2010
Berichtsdatum:	26.03.2010
Berichtsnummer:	936/21209919/A
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Karsten Pletscher Tel.: ++49 221 806-2592 karsten.pletscher@de.tuv.com

Berichtsumfang:

Bericht:		150	Seiten
Anhang	ab Seite	151	
Handbuch	ab Seite	180	
Handbuch	mit	105	Seiten
Gesamt		285	Seiten

Inhaltsverzeichnis

1 KURZFASSUNG UND BEKANNTGABEVORSCHLAG 13

1.1 Kurzfassung 13

1.2 Bekanntgabevorschlag 17

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse 18

2 AUFGABENSTELLUNG 24

2.1 Art der Prüfung 24

2.2 Zielsetzung 24

3 BESCHREIBUNG DER GEPRÜFTEN MESSEINRICHTUNG 25

3.1 Messprinzip 25

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung 26

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung 28

4 PRÜFPROGRAMM 43

4.1 Allgemeines 43

4.2 Laborprüfung 43

4.3 Feldtest 44

5 REFERENZMESSVERFAHREN 55

6 PRÜFERGEBNISSE 56

6.1 4.1.1 Messwertanzeige 56

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit 57

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle 59

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten 61

6.1 4.1.5 Bauart 63

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen 64

6.1 4.1.7 Messsignalausgang 65

6.1 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz 67
6.1 5.1 Allgemeines 68
6.1 5.2.1 Messbereich 69
6.1 5.2.2 Negative Messsignale 70
6.1 5.2.3 Analysenfunktion 71
6.1 5.2.4 Linearität 73
6.1 5.2.5 Nachweisgrenze 74
6.1 5.2.6 Einstellzeit 76
6.1 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur 77
6.1 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur 79
6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift 81
6.1 5.2.10 Drift des Messwertes 86
6.1 5.2.11 Querempfindlichkeit 90
6.1 5.2.12 Reproduzierbarkeit 91
6.1 5.2.13 Stundenwerte 93
6.1 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz 95
6.1 5.2.15 Stromausfall 97
6.1 5.2.16 Gerätefunktionen 98
6.1 5.2.17 Umschaltung 99
6.1 5.2.18 Verfügbarkeit 100
6.1 5.2.19 Konverterwirkungsgrad 102
6.1 5.2.20 Wartungsintervall 103
6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit 104
6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems 107
6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme 108
6.1 5.3.3 Kalibrierung 109
6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit 110

6.1 5.3.5 Tagesmittelwerte 113

6.1 5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms 114

6.1 5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems 118

6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen 120

7 ERWEITERTE PRÜFKRITERIEN NACH LEITFADEN „DEMONSTRATION OF EQUIVALENCE OF AMBIENT AIR MONITORING METHODS“ 121

7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung 121

7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1] 122

7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] 129

7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] 142

8 EMPFEHLUNGEN ZUM PRAXISEINSATZ 147

9 LITERATURVERZEICHNIS 149

10 ANLAGEN 150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen....16
Tabelle 2: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)....42
Tabelle 3: Feldteststandorte....45
Tabelle 4: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte 50
Tabelle 5: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM2,5....51
Tabelle 6: Entfernte Wertepaare Referenz PM2,5 nach Grubbs....52
Tabelle 7: Eingesetzte Filtermaterialien....54
Tabelle 8: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion....72
Tabelle 9: Nachweisgrenze....75
Tabelle 10: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen....78
Tabelle 11: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Radiometrie) von der Umgebungstemperatur SN 17010 / SN 17011, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen....80
Tabelle 12: Nullpunktdrift SN 17010, mit Nullfilter....82
Tabelle 13: Nullpunktdrift SN 17011, mit Nullfilter....83
Tabelle 14: Empfindlichkeitsdrift SN 17010....87
Tabelle 15: Empfindlichkeitsdrift SN 17011....88
Tabelle 16: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld....92
Tabelle 17: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %....96
Tabelle 18: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)....101
Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle)....101
Tabelle 20: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 35 µg/m³....105
Tabelle 21: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 35 µg/m³....105
Tabelle 22: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 25 µg/m³....106
Tabelle 23: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 25 µg/m³....106
Tabelle 24: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %....111
Tabelle 25: Vergleich Testgerät 17010 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte....112
Tabelle 26: Vergleich Testgerät 17011 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte....112
Tabelle 27: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate....114
Tabelle 28: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17010....115
Tabelle 29: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17011....116

Tabelle 30: Ermittlung der Leckrate 119
Tabelle 31: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011 124
Tabelle 32: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM2,5 132
Tabelle 33: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} 134
Tabelle 34: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Rohdaten 134
Tabelle 35: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, nach Korrektur Achsabschnitt 146
Tabelle 36: Stabilität Eichgewicht 185
Tabelle 37: Stabilität der Kontrollfilter 187
Tabelle 38: Wägebedingungen und Wiegezeiten 188

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil....27
Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020 (hier anstelle von PM2,5 SCC BX-807 mit PM2,5 VSCC BX-808 dargestellt(Konfiguration für US-EPA Zulassung)) 28
Abbildung 3: amerikanischer PM10-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020 29
Abbildung 4: Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020....30
Abbildung 5: Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807 30
Abbildung 6: Probenahmeheizung BX-830....31
Abbildung 7: Messgerät BAM-1020 32
Abbildung 8: Messgeräte BAM-1020 in Messstation (2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungskonfiguration))....32
Abbildung 9: Vakuumpumpe BX-127....33
Abbildung 10: Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet....33
Abbildung 11: Darstellung Display + Folientastatur des BAM-1020 34
Abbildung 12: Hauptfenster der Benutzeranzeige....34
Abbildung 13: Menü „SETUP“ 35
Abbildung 14: Menü „OPERATION“ 36
Abbildung 15: Bildschirmdarstellung „NORMAL“ 36
Abbildung 16: Menü „TEST“ 37
Abbildung 17: Menü „TAPE/SELF TEST“ 37
Abbildung 18: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü 38
Abbildung 19: Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020....40
Abbildung 20: Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz 41
Abbildung 21: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“ 46
Abbildung 22: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“....46
Abbildung 23: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“....47
Abbildung 24: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“ 47
Abbildung 25: Feldteststandort Teddington 48
Abbildung 26: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände....48
Abbildung 27: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz....49
Abbildung 28: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Sommer) 52
Abbildung 29: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Köln (Winter)....53
Abbildung 30: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Bornheim (Sommer)....53
Abbildung 31: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Winter) 54
Abbildung 32: Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus....56
Abbildung 33: Ansicht Geräterückseite BAM-1020 66
Abbildung 34: Nullpunktdrift SN 17010 84
Abbildung 35: Nullpunktdrift SN 17011 84
Abbildung 36: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus (1 x pro Stunde)....85

Abbildung 37: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), 24h-Mittelwerte der Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus 85
Abbildung 38: Drift des Messwertes SN 17010 88
Abbildung 39: Drift des Messwertes SN 17011 89
Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM2,5 vom 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Mittelwerte 94
Abbildung 41: SN 17010 vs. SN 17011, 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Messwerte 94
Abbildung 42: Durchfluss am Testgerät SN 17010 117
Abbildung 43: Durchfluss am Testgerät SN 17011 117
Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte 125
Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Sommer 125
Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Köln, Winter 126
Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Bornheim, Sommer 126
Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Winter 127
Abbildung 49: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte ≥ 18 µg/m³ 127
Abbildung 50: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³ 128
Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 17010 & SN 17011, alle Standorte 135
Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, alle Standorte 136
Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, alle Standorte 136
Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Sommer 137
Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Sommer 137
Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Köln, Winter 138
Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Köln, Winter 138
Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Bornheim, Sommer 139
Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Bornheim, Sommer 139
Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Winter 140
Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Winter 140
Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Werte ≥ 18 µg/m³ 141
Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Werte ≥ 18 µg/m³ 141
Abbildung 64: Softwareänderungen von Version 5.0.5 zu Version 5.0.10 181
Abbildung 65: Stabilität Eichgewicht 184
Abbildung 66: Stabilität der Kontrollfilter 186
Abbildung 67: Streuung der Emfab Filter für (**A**) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (**B**) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht 191

1 Kurzfassung und Bekanntgabevorschlag

1.1 Kurzfassung

Gemäß der Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 (ersetzt die Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG vom 27. September 1996 inkl. der zugehörigen Tochterrichtlinien 1999/30/EG, 2000/69/EG, 2002/3/EG sowie die Entscheidung des Rates 97/101/EG) „über Luftqualität und saubere Luft für Europa“ sind als Referenzmethoden zur Messung der PM2,5-Konzentration die in der EN 14907 „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“ beschriebenen Methoden zu verwenden. Die Mitgliedsstaaten können bei Partikeln jedoch auch eine andere Methode verwenden, wenn nachgewiesen werden kann, „dass diese einen konstanten Bezug zur Referenzmethode aufweist. In diesem Fall müssen die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse korrigiert werden, damit diese den Ergebnissen gleichwertig sind, die bei der Anwendung der Referenzmethode erzielt worden wären“ (2008/50/EG, Anhang VI, B).

Der Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” [4] der Ad-hoc-EG-Arbeitsgruppe vom Juli 2009

(Quelle: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/equivalence.pdf)

beschreibt ein Verfahren für die Prüfung auf Äquivalenz von Nicht-Standardmessverfahren. Obwohl der genannte Leitfaden nicht normativ ist, wird die Anwendung von dem so genannten CAFE-Komitee vorläufig empfohlen.

Im Rahmen der vorliegenden Prüfung wurden folgende Grenzwerte angesetzt:

	PM2,5
Jahresgrenzwert JGW (1 a)	25 µg/m³

sowie für die Berechnungen gemäß des Leitfadens [4]

	PM2,5
Grenzwert	30 µg/m³

Die Richtlinie VDI 4202, Blatt 1 von Juni 2002 beschreibt die „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung“. Die allgemeinen Rahmenbedingungen für die zugehörigen Prüfungen sind in der Richtlinie VDI 4203, Blatt 1 „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Grundlagen“ vom Oktober 2001 beschrieben. VDI 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen – Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“ vom August 2004 präzisiert diese Rahmenbedingungen.

Da die gemäß dieser Richtlinien anzuwendenden Bezugswerte explizit auf die Messkomponente PM10 abgestimmt sind, wird für die Messkomponente PM2,5 die Anwendung der folgenden Bezugswerte vorgeschlagen:

	PM2,5
B_0	2 µg/m³
B_1	25 µg/m³
B_2	200 µg/m³

Es wird lediglich eine Anpassung des B_1 auf dem Niveau des Grenzwertes für das Jahresmittel vorgenommen.

Im Auftrag der Firma Met One Instruments, Inc. führte die TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH die Eignungsprüfung der Messeinrichtung BAM-1020 für die Komponente Schwebstaub PM2,5 durch.

Die Messeinrichtung BAM-1020 ist mit PM10 Vorabscheider schon eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekannt gegeben.

Eignungsbekanntgabe: BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139, auf Basis
TÜV-Bericht Nr. 936/21205333/A vom 06.12.2006

Die Eignungsprüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien und Anforderungen:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Juli 2009

Die Messeinrichtung BAM-1020 ermittelt die Staubkonzentrationen mittels eines Radiometer-Messprinzips. Mit Hilfe einer Pumpe wird Umgebungsluft über einen PM2,5 Vorabscheider (bestehend aus PM10-Probenahmekopf und PM2,5 Sharp Cut Cyclone) angesaugt. Die staubbeladene Probenahmeluft wird anschließend auf ein Filterband gesaugt. Die Bestimmung der abgeschiedenen Staubmasse auf dem Filterband erfolgt nach der jeweiligen Probenahme durch das radiometrische Messprinzip der Beta-Absorption.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor und während eines mehrmonatigen Feldtests.

Der mehrmonatige Feldtest erfolgte an den Standorten gemäß Tabelle 1:

Tabelle 1: Beschreibung der Messstellen

	Teddington (UK), Sommer	Köln, Parkplatzgelände, Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Zeitraum	07/2008 – 11/2008	12/2008 – 04/2009	08/2009 – 10/2009	12/2009 – 02/2010
Anzahl der Messwertpaare: Prüflinge	83	77	60	46
Charakterisierung	Städtischer Hintergrund	Städtischer Hintergrund	Ländliche Struktur + Autobahn	Städtischer Hintergrund
Einstufung der Immissionsbelastung	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich bis hoch	niedrig bis durchschnittlich	durchschnittlich

Die komplette Prüfung erfolgte im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing Programme“. Dieses Prüfprogramm wurde vor dem Hintergrund der europäischen Harmonisierung gemeinsam von britischen und deutschen Prüfinstituten (Bureau Veritas UK & Ireland, National Physical Laboratory NPL und TÜV Rheinland) entwickelt und durchgeführt und umfasst die Prüfung der neuesten Serien von Schwebstaubmesseinrichtungen verschiedener Hersteller im Labor und an Standorten in Großbritannien und in Deutschland.

Bei der Eignungsprüfung wurden die Bedingungen der Mindestanforderungen erfüllt.

Seitens der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH wird daher eine Veröffentlichung als eignungsgeprüfte Messeinrichtung zur laufenden Aufzeichnung der Immissionen von Schwebstaub PM2,5 vorgeschlagen.

1.2 Bekanntgabevorschlag

Aufgrund der erzielten positiven Ergebnisse wird folgende Empfehlung für die Bekanntgabe als eignungsgeprüfte Messeinrichtung ausgesprochen:

Messeinrichtung:

BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider für Schwebstaub PM2,5

Hersteller:

Met One Instruments, Inc., Grants Pass, USA

Eignung:

Zur kontinuierlichen Immissionsmessung der PM2,5-Fraktion im Schwebstaub im stationären Einsatz

Messbereiche in der Eignungsprüfung:

Komponente	Zertifizierungsbereich	zusätzlicher Messbereich	Einheit
PM2,5	**0 - 1.000**	-	µg/m³

Softwareversion:

Version 3236-07 5.0.10

Einschränkungen:

Bei der Überprüfung der Dichtheit des Probenahmesystems wurden in der Eignungsprüfung die Werte 1,8 % und 2,4 % ermittelt. In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.

Hinweise:

1. Die Anforderungen gemäß des Leitfadens “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods” werden für die Messkomponente PM2,5 eingehalten.
2. Das Gerät ist zur Erfassung von PM2,5 mit folgenden Optionen auszustatten: Probenahmeheizung (BX-830), PM10-Probenahmekopf (BX-802), PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807), kombinierter Druck- und Temperatursensor (BX-596) bzw. alternativ Umgebungstemperatursensor (BX-592).
3. Die Zykluszeit während der Eignungsprüfung betrug 1 h, d.h. jede Stunde wurde ein automatischer Filterwechsel durchgeführt. Jeder Filterfleck wurde nur einmal beprobt.
4. Die Probenahmezeit innerhalb der Zykluszeit beträgt 42 min.
5. Die Messeinrichtung ist in einem verschließbaren Messcontainer zu betreiben.
6. Die Messeinrichtung ist mit dem gravimetrischen PM2,5-Referenzverfahren nach DIN EN 14907 regelmäßig am Standort zu kalibrieren.
7. Die Messeinrichtung wird baugleich von der Firma Horiba Europe GmbH, 61440 Oberursel unter dem Namen APDA-371 mit PM2,5-Vorabscheider vertrieben.

Prüfbericht:

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Köln

Bericht-Nr.: 936/21209919/A vom 26.03.2010

1.3 Zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse

Mindestanforderung		Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
4	Bauartanforderungen				
4.1	Allgemeine Anforderungen				
4.1.1	Messwertanzeige	Muss vorhanden sein.	Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.	ja	56
4.1.2	Wartungsfreundlichkeit	Wartungsarbeiten sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.	Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar.	ja	57
4.1.3	Funktionskontrolle	Spezielle Einrichtungen hierzu sind als zum Gerät gehörig zu betrachten, bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und zu bewerten.	Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.	ja	60
4.1.4	Rüst- und Einlaufzeiten	Die Betriebsanleitung muss hierzu Angaben enthalten.	Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.	ja	62
4.1.5	Bauart	Die Betriebsanleitung muss Angaben hierzu enthalten	Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.	ja	63
4.1.6	Unbefugtes Verstellen	Muss Sicherung dagegen enthalten.	Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.	ja	64
4.1.7	Messsignalausgang	Muss digital und/oder analog angeboten werden.	Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.	ja	65
4.2	Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz	Ständige Betriebsbereitschaft muss gesichert sein; Anforderungen des stationären Einsatzes müssen analog im mobilen Einsatz erfüllt sein.	Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben; kann aber nicht in fahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden.	nein	67

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5. Leistungsanforderungen				
5.1 Allgemeines	Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.	Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.	ja	68
5.2 Allgemeine Anforderungen				
5.2.1 Messbereich	Messbereichsendwert größer B_2.	Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0 – 100 µg/m³ und maximal 0 – 10.000 µg/m³ sind möglich.	ja	69
5.2.2 Negative Messsignale	Dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).	Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.	ja	70
5.2.3 Analysenfunktion	Zusammenhang zwischen Ausgangssignal und Messgröße muss mittels Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.	Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.	ja	71
5.2.4 Linearität	Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion im Bereich von Null bis B_1 maximal 5 % von B_1 und im Bereich Null bis B_2 maximal 1 % von B_2.	Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.	ja	73
5.2.5 Nachweisgrenze	Maximal B_0.	Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,33 µg/m³ für Gerät 1 (SN 17010) und zu 1,09 µg/m³ für Gerät 2 (SN 17011).	ja	73
5.2.6 Einstellzeit	Maximal 5 % der Mittelungszeit (gleich 180 Sekunden).	Nicht zutreffend.	-	76
5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur	Nullpunktmesswert darf bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C B_0 nicht überschreiten.	Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von -1,6 µg/m³ festgestellt werden.	ja	77

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur	Der Messwert im Bereich von B1 darf nicht mehr als ± 5 % bei ΔT_u um 15 K zwischen +5 °C und +20 °C bzw. um 20 K zwischen +20 °C und +40 °C betragen.	Es konnten für Gerät 1 (SN 17010) keine Abweichungen > 0,2 % und für Gerät 2 (SN 17011) keine Abweichungen > 0,3 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.	ja	79
5.2.9 Nullpunktsdrift	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal B_0.	Die gefundenen Messwerte liegen im Wartungsintervall alle innerhalb der erlaubten Grenzen von B0 = 2 µg/m³.	ja	81
5.2.10 Drift des Messwertes	In 24 Stunden und im Wartungsintervall maximal 5 % von B_1.	Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen im Wartungsintervall maximal 0,5 % (SN 17010) bzw. -0,5 % (SN 17011).	ja	86
5.2.11 Querempfindlichkeit	Im Bereich des Nullpunktes maximal B_0 und im Bereich B_2 maximal 3 % von B_2.	Nicht zutreffend.	-	90
5.2.12 Reproduzierbarkeit	$R_D \geq 10$ bezogen auf B_1.	Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 10.	ja	91
5.2.13 Stundenwerte	Bildung muss möglich sein.	Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM2,5 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.	ja	93
5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz	Messwertänderung bei B_1 maximal B_0 im Spannungsintervall (230 +15/-20) V und Messwertänderung im mobilen Einsatz maximal B_0 im Frequenzintervall (50 ± 2) Hz.	Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,1 % bei Gerät 1 (SN 17010) bzw. > -0,1 % bei Gerät 2 (SN 17011), bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.	ja	95
5.2.15 Stromausfall	Unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas muss unterbunden sein; Geräteparameter müssen gegen Verlust durch Pufferung geschützt sein; messbereiter Zustand bei Spannungswiederkehr muss gesichert sein und Messung muss fortgesetzt werden.	Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.	ja	97

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.2.16 Gerätefunktionen	Müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale überwachbar sein.	Die Messeinrichtungen können über ein Modem von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.	ja	98
5.2.17 Umschaltung	Messen/Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch und manuell auslösbar sein.	Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden .	ja	99
5.2.18 Verfügbarkeit	Mindestens 90 %.	Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 97,9 % und für SN 17011 99,0 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 94,6 % für SN 17010 sowie 95,7 % für SN 17011 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.	ja	101
5.2.19 Konverterwirkungsgrad	Mindestens 95 %.	Nicht zutreffend.	entfällt	102
5.2.20 Wartungsintervall	Möglichst 28 Tage, mindestens 14 Tage.	Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.	ja	103
5.2.21 Gesamtunsicherheit	Einhaltung der Anforderungen an die Datenqualität [G10 bis G12].	Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 14,64 % bzw. 15,29 % für U(c) und 10,05 % bzw. 12,35 % für $U(\bar{c})$.	ja	104
5.3 Anforderungen an Messeinrichtungen für partikelförmige Luftverunreinigungen				
5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems	Zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T2] ist nachzuweisen.	Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.	-	107
5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme	Ist im Feldtest nach DIN EN 12 341 [T2] für zwei baugleiche Probenahmesysteme nachzuweisen.	Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.	-	108
5.3.3 Kalibrierung	Durch Vergleichsmessung im Feldtest mit Referenzverfahren nach DIN EN 14907; Zusammenhang zwischen Messsignal und gravimetrischer Referenzkonzentration als stetige Funktion ermitteln.	Siehe Modul 5.2.3.	-	109
5.3.4 Querempfindlichkeit	Maximal 10 % von B_1.	Es konnte kein Störeinfluss > 1,2 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden.	ja	111

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
5.3.5 Tagesmittelwerte	24 h-Mittelwerte müssen möglich sein; Zeit für den Filterwechsel maximal 1 % der Mittelungszeit.	Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.	ja	113
5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms	± 3 % vom Sollwert während der Probenahmedauer; Momentanwerte ± 5 % vom Sollwert während der Probenahmedauer.	Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.	ja	115
5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems	Undichtigkeit maximal 1 % vom Probenahmevolumen.	Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 1,8 % für Gerät 1 (SN 17010) sowie zu max. 2,4 % für Gerät 2 (SN 17011). In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.	nein	119
5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen	Müssen für jede Einzelkomponente im Simultanbetrieb aller Messkanäle erfüllt sein; im Sequenzbetrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.	Nicht zutreffend.	-	120

Mindestanforderung	Anforderung	Prüfergebnis	eingehalten	Seite
Weitere Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“				
Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs [9.5.2.1]	Ist im Feldtest gemäß Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ für zwei baugleiche Systeme zu ermitteln.	Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs liegt mit maximal 1,57 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.	ja	122
Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]	Ermittelung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge gemäß den Punkten 9.5.2.2ff des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“.	Die ermittelten Unsicherheiten WCM liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit Wdqo von 25 % für Feinstaub.	ja	129
Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]	Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.	Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.	ja	142

2 Aufgabenstellung

2.1 Art der Prüfung

Im Auftrag der Met One Instruments, Inc. wurde von der TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH eine Eignungsprüfung für die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM2,5 Vorabscheider vorgenommen. Die Prüfung erfolgte als vollständige Eignungsprüfung.

2.2 Zielsetzung

Die Messeinrichtung soll den Gehalt an PM2,5 Feinstaub in der Umgebungsluft im Konzentrationsbereich 0 bis 1000 µg/m³ bestimmen.

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit PM10 Vorabscheider ist schon eignungsgeprüft und im Bundesanzeiger bekannt gegeben.

Eignungsbekanntgabe: BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139, auf Basis
TÜV-Bericht Nr. 936/21205333/A vom 06.12.2006

Die Eignungsprüfung war anhand der aktuellen Richtlinien zur Eignungsprüfung unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklungen durchzuführen.

Die Prüfung erfolgte unter Beachtung der folgenden Richtlinien:

- VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002 [1]
- VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004 [2]
- Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005 [3]
- Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung von Juli 2009 [4]

3 Beschreibung der geprüften Messeinrichtung

3.1 Messprinzip

Die Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Das Prinzip der radiometrischen Massenbestimmung basiert auf dem physikalischen Gesetz der Abschwächung von Beta-Strahlen beim Durchgang durch eine dünne Schicht an Material. Es gilt folgende Beziehung:

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6\, A(cm^2)}{Q\left(\frac{l}{min}\right)\Delta t(min)\mu\left(\frac{cm^2}{g}\right)} \ln\left(\frac{I_0}{i}\right)$$

Hierin sind:

C	Partikel-Massenkonzentration	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	Δt	Probenahmezeit
μ	Massenabsorptionskoeffizient	I_0	Betazählrate am Anfang (Tara)
I	Betazählrate am Ende		

Die radiometrische Massenbestimmung wird im Werk kalibriert und im laufenden Betrieb im Rahmen der geräteinternen Qualitätssicherung stündlich an Nullpunkt (unbelegter Filterfleck) und Referenzpunkt (eingebaute Referenzfolie) überprüft. Aus den erzeugten Daten lassen sich auf einfachem Wege Messwerte an Null- und Referenzpunkt herleiten. Diese können mit den Stabilitätsanforderungen (Drift) bzw. mit dem Sollwert für die Referenz (Werkseinstellung) verglichen werden.

3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung

Die Partikelprobe passiert mit einer Durchflussrate von 1 m³/h den PM2,5 Vorabscheider, bestehend aus PM10-Probenahmekopf und PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC, und gelangt über das Probenahmerohr zum eigentlichen Messgerät BAM-1020.

Im Rahmen der Eignungsprüfung wurde die Messeinrichtung mit der Probenahmeheizung BX-830 (Smart Inlet Heater) betrieben.

Die Steuerung der Heizung kann über zwei Regelgrößen bzw. deren Kombination erfolgen:

1. Die relative Feuchte RH am Filterband (Werkseinstellung: 45 %)
2. Die Temperaturdifferenz Delta-T zwischen Umgebungstemperatur und Temperatur am Filterband (Werkeinstellung: 5 °C)

Sobald die relative Feuchte RH 1 % unter dem Sollwert liegt oder der kritische Delta-T-Wert erreicht bzw. überschritten ist, wird die Heizung ausgeschaltet. Dabei ist das Delta-T-Kriterium das schärfere Kriterium, d.h. sollte die relative Feuchte RH über dem Sollwert liegen aber der Delta-T-Wert größer oder gleich dem kritischen Wert sein, wird die Heizung ausgeschaltet.

Im Rahmen der Eignungsprüfung waren die Prüflinge in einem klimatisierten Messcontainer installiert. Eine Regelung der Heizung über das Delta-T-Kriterium ist in dieser Konfiguration wenig sinnvoll. Aus diesem Grunde wurde die Heizung während der kompletten Prüfung ausschließlich über den Parameter Feuchte RH geregelt.

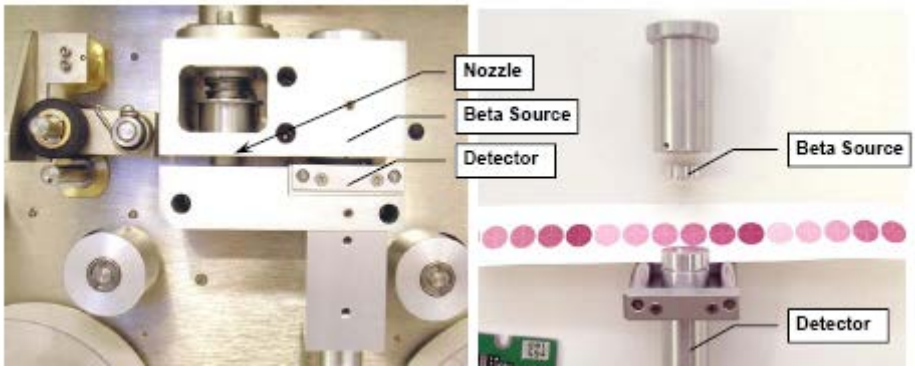
Die Partikel erreichen das Messgerät und werden auf dem Glasfilterband der radiometrischen Messung abgeschieden.

Ein Messzyklus (inkl. automatischer Überprüfung der radiometrischen Messung) läuft dabei folgendermaßen ab (Einstellung für PM2,5: Messzeit für Radiometrie 8 min):

1. Die Anfangs- oder Leermessung auf dem sauberen Filterband I_0 findet am Anfang des Zyklus statt. Sie dauert 8 min.
2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestaubungsflecken vorwärts transportiert und unter die Probenahmestelle geschoben. Die Probenahme erfolgt auf dem Filterfleck, auf dem I_0 vorher bestimmt wurde. Durch diesen Filterfleck wird nun für eine Probenahmedauer von 42 min die Partikel beladene Luft gesaugt.
3. Gleichzeitig wird 4 Bestaubungsflächen zurück auf dem Filterband eine radiometrischen Messung I_1 für die Dauer von 8 Minuten vorgenommen. Die Messung erfolgt zur Verifizierung etwaiger Drifteffekte durch sich ändernde äußere Einflüsse wie Temperatur und relative Feuchte. Eine dritte radiometrische Messung I_2 erfolgt an gleicher Stelle mit eingeschobener Referenzfolie. Acht Minuten vor Ende der Sammelzeit erfolgt an derselben Stelle des Filterbandes noch mal eine Messung auf dem Filterband $I_{1x,}$ mit deren Hilfe aus I_1 und I_{1x} die Stabilität am Nullpunkt überwacht werden kann.

4. Das Filterband wird nach beendeter Probenahme um 4 Bestaubungsflächen zurück gefahren und der belegte Filterfleck wird radiometrisch vermessen (I_3). Die Berechnung der Konzentration bildet den Abschluss des Messzyklus.
5. Der nächste Zyklus beginnt mit Schritt 1

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über den Probenahme- und Messteil des BAM-1020.



Legende: Nozzle = Bestaubungskammer Beta Source = Beta-Quelle
Detector = Detektor

Abbildung 1: BAM-1020 – Übersicht Probenahme- und Messteil

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1-2 min für Filterbandbewegungen. Damit liegt die effektive Probenahmezeit bei 42 min.

3.3 Umfang und Aufbau der Messeinrichtung

Das Schwebstaubimmissionsmessgerät BAM-1020 basiert auf dem Messprinzip der Beta-Abschwächung.

Die geprüfte Messeinrichtung besteht aus dem PM10-Probenahmekopf BX-802, dem PM2,5 Sharp Cut Cyclone SCC BX-807, dem Probenahmerohr, der Probenahmeheizung BX-830, dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild, alternativ aus dem Umgebungstemperatursensor BX-592), der Vakuumpumpe BX-127, dem Messgerät BAM-1020 (inkl. Glasfaserfilterband), den jeweils zugehörigen Anschlussleitungen und -kabeln sowie Adaptern, der Dachdurchführung inkl. Flansch sowie dem Handbuch in deutscher Sprache.

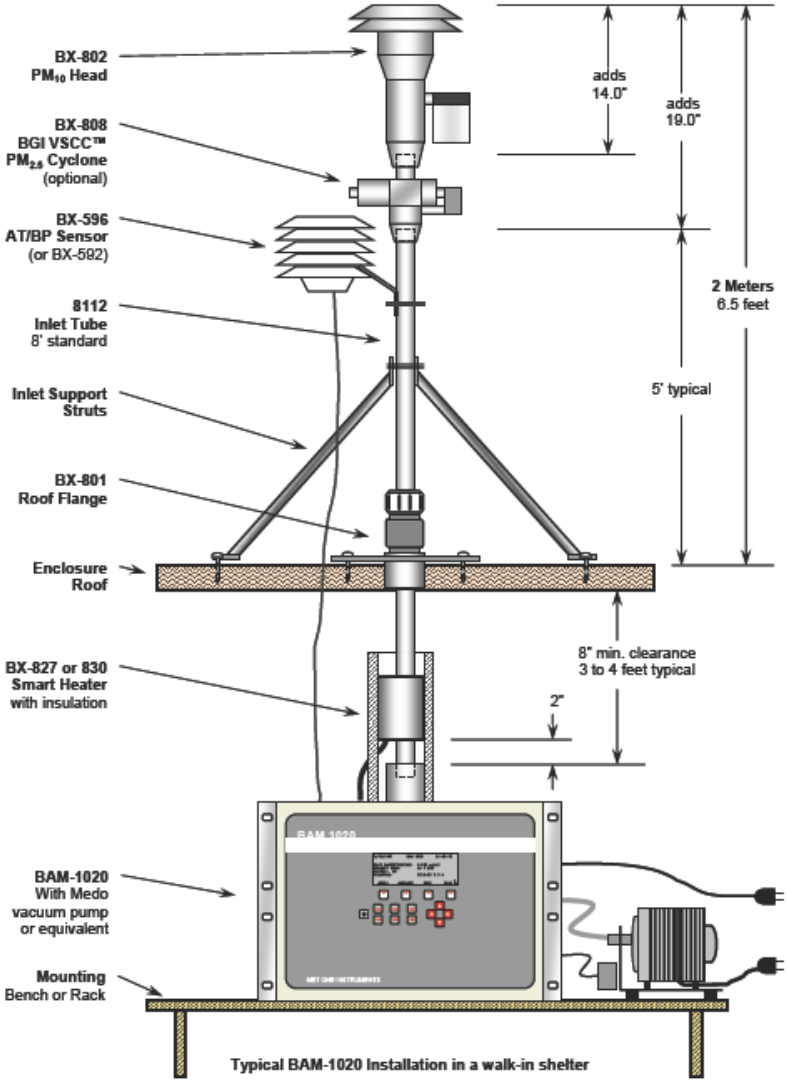


Abbildung 2: Überblick Gesamtsystem BAM-1020
(hier anstelle von PM2,5 SCC BX-807 mit PM2,5 VSCC BX-808 dargestellt(Konfiguration für US-EPA Zulassung))

Das Messgerät BAM-1020 bietet insgesamt die Möglichkeit, bis zu 6 verschiedene Sensoren an die vorhandenen Analogeingänge anzuschließen. Beispielsweise ist neben dem kombinierten Druck- und Temperatursensor BX-596 (inkl. Strahlungsschutzschild) bzw. dem Umgebungstemperatursensor BX-592 auch ein Anschluss des zusätzlichen Luftdrucksensor BX-594 sowie ein Anschluss von Sensoren für die Windrichtung (BX-590), für die Windgeschwindigkeit (BX-591), für die Luftfeuchte (BX-593) sowie für die Sonneneinstrahlung (BX-595) denkbar.

Als Probenahmekopf steht ein US-PM10 Probeneinlass (Typ: BX-802, in Eignungsprüfung eingesetzt) zur Verfügung. Der Probenahmekopf fungiert als Vorabscheider für den aus der Außenluft angesaugten Schwebstaub in der Fraktion PM10. Unmittelbar hinter dem PM10 Probeneinlass wird zur Abscheidung der Partikel im Bereich 2,5 µm bis 10 µm der Sharp Cut Cyclone SCC (BX-807) eingesetzt. Dabei werden die Geräte mit einem konstanten, geregelten Volumenstrom von 16,67 l/min = 1,0 m³/h betrieben.

Alternativ ist auch ein Einsatz von TSP-Probeeinlässen oder PM10 Probeneinlass ohne SCC möglich.

Abbildung 3: amerikanischer PM10-Probenahmekopf BX-802 für BAM-1020

Abbildung 4: Sharp Cut Cyclone SCC BX-807 für BAM-1020

Abbildung 5: Probenahmekopf BX-802 + SCC BX-807

Das Probenahmerohr bildet die Verbindung zwischen dem Probenahmekopf und dem eigentlichen Messgerät. Die Länge des Probenahmerohres betrug in der Prüfung 1,65 m, abweichende Längen können je nach örtlicher Gegebenheit angefertigt werden.

Die Probenahmeheizung BX-830 wird am unteren Ende des Probenahmerohres (ca. 50 mm über dem Geräteeingang des BAM-1020) montiert. Die Regelung des Heizsystems erfolgt wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben.

Abbildung 6: Probenahmeheizung BX-830

Die Vakuumpumpe BX-127 ist am Ende des Probenweges über einen Schlauch mit dem eigentlichen Messgerät verbunden. Die Steuerung und Regelung der Pumpe erfolgt dabei vom Messgerät auf Betriebsvolumen in Bezug auf die Umgebungsbedingungen (Betriebsart ACTUAL).

Das eigentliche Messgerät BAM-1020 enthält, neben dem radiometrischen Messteil, das Glasfilterband inkl. Transportsystem, große Teile des pneumatischen Systems (Durchflussmessung über Massenflusssensor), die Regelung der Probenahmeheizung sowie alle notwendigen elektronischen Einrichtungen und Mikroprozessoren zur Steuerung und Kontrolle des Messeinrichtung sowie zur Kommunikation mit dem System.

Abbildung 7: Messgerät BAM-1020

Abbildung 8: Messgeräte BAM-1020 in Messstation
(2 Prüflinge aus Eignungsprüfung + 1 Prüfling zu Versuchszwecken (Heizungskonfiguration))

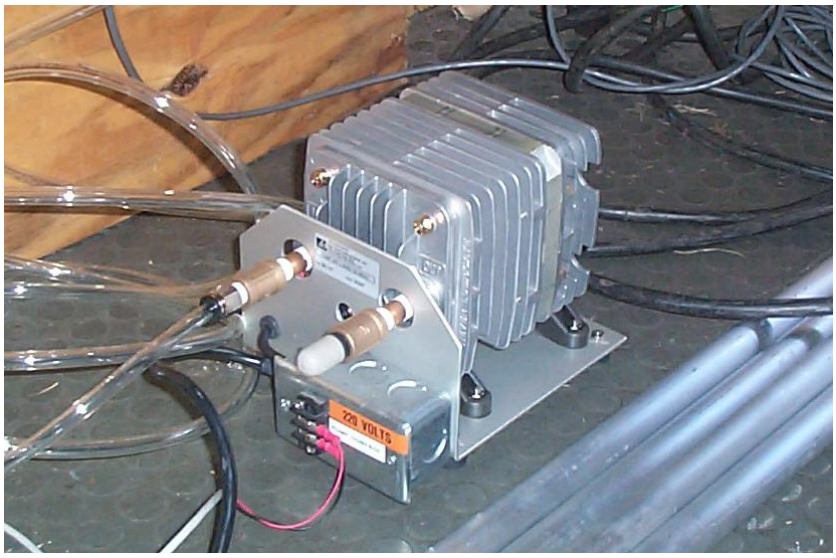


Abbildung 9: Vakuumpumpe BX-127

Abbildung 10: Vorderansicht BAM-1020, Frontklappe geöffnet

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über eine Folientastatur in Kombination mit einem Display an der Frontseite des Gerätes. Der Benutzer kann gespeicherte Daten abrufen, Parameter ändern sowie verschiedene Tests zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung durchführen.

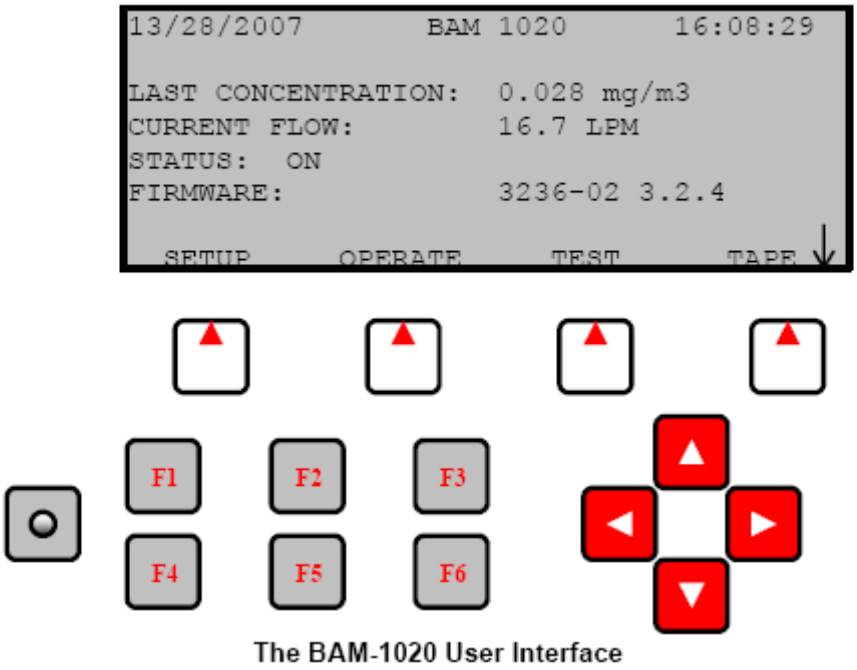


Abbildung 11: Darstellung Display + Folientastatur des BAM-1020

Auf der obersten Ebene liegt das Hauptfenster der Benutzeranzeige – hier sind die aktuelle Zeit, das aktuelle Datum, der letzte 1h-Konzentrationswert, der aktuelle Durchfluss, die Softwareversion sowie der Status des Gerätes angezeigt.

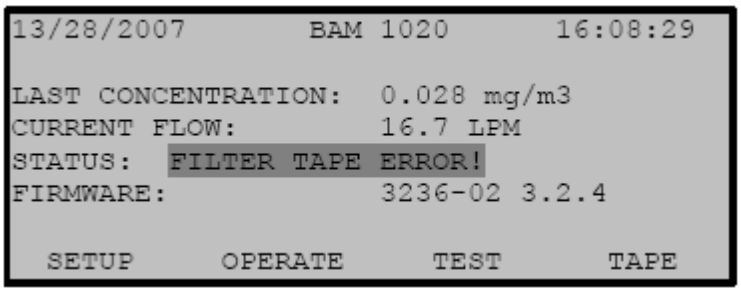
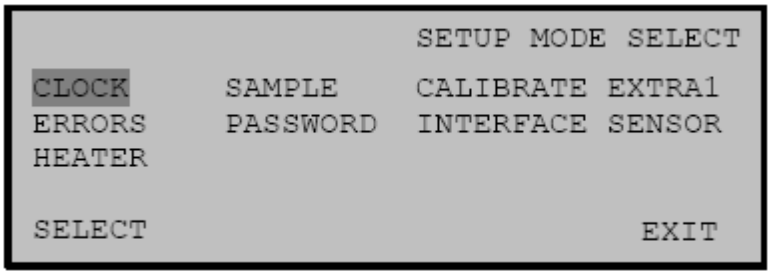


Abbildung 12: Hauptfenster der Benutzeranzeige

Über die Funktionstasten F1 bis F6 lassen sich auf der obersten Ebene verschiedene Funktionen leicht aufrufen. Hier kann z.B. auf aktuelle Informationen über die letzten Konzentrationswerte sowie Messwerte von anderen Sensoren (Umgebungstemperatur...), Fehlermeldungen sowie über gespeicherte Daten zu den Messungen der letzten 10 Tage auf dem Display zugegriffen werden.

Von der obersten Ebene kann darüber hinaus auf die folgenden Untermenüs per Softkey zugegriffen werden:

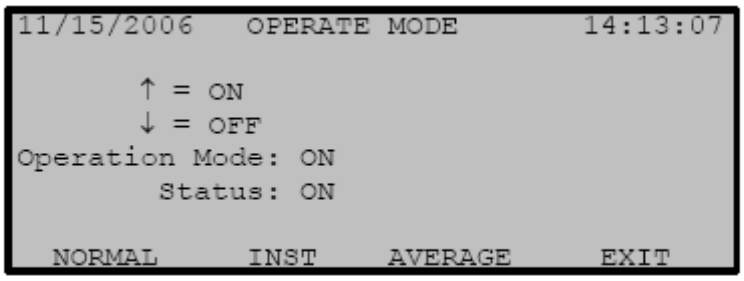
1. Menü „SETUP“ (Softkey „SETUP“ drücken): Im Menü „SETUP“ erfolgt die Konfigurierung und Parametrierung der Messeinrichtung. Der Benutzer kann hier Einstellungen für Parameter wie z.B. Datum/Uhrzeit, Probenahmedauer, Messbereich, Durchflussrate, Ausgabe Messwert in Betriebs- oder Normbedingungen, Passwortänderung, Schnittstellen, externe Sensoren sowie für die Probenahmeheizung vornehmen.



The SETUP Menu

Abbildung 13: Menü „SETUP“

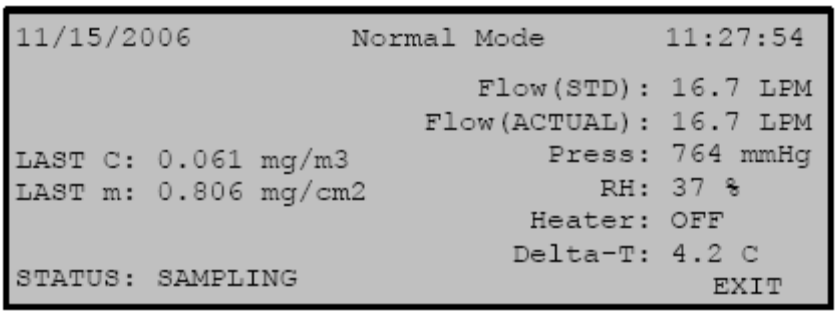
2. Menü „OPERATION“ (Softkey „OPERATION“ drücken): Im Menü „OPERATION“ können Informationen während des laufenden Betriebs der Messeinrichtung aufgerufen werden. Solange der Betriebsmodus auf „ON“ geschaltet ist, wird die Messeinrichtung kontinuierlich gemäß den Vorgaben in Betrieb sein. Ein Abbruch der laufenden Messung erfolgt entweder durch Umschalten des Betriebsmodus auf „OFF“, durch Aufrufen der Menüs „SETUP“, „TEST“ oder „TAPE“ im laufenden Betrieb oder im Falle einer schwerwiegenden Störung (z.B. Filterbandriss).



The OPERATE Menu

Abbildung 14: Menü „OPERATION“

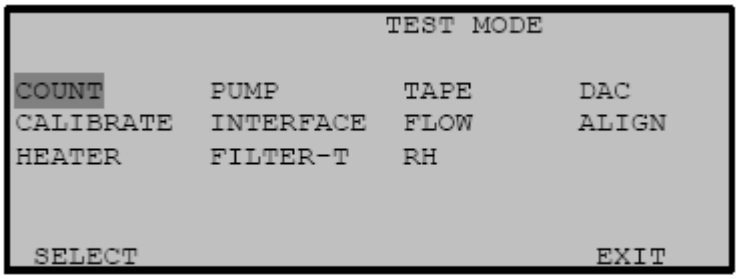
In den Untermenüs NORMAL, INST und AVERAGE lassen sich die aktuellen Messwerte des Systems in verschiedener Art und Weise darstellen. Die gebräuchlichste Art der Darstellung ist der „NORMAL“ Bildschirm. Hier kann sich der Benutzer die wichtigsten für den Betrieb relevanten Parameter anzeigen lassen.



The NORMAL Menu

Abbildung 15: Bildschirmdarstellung „NORMAL“

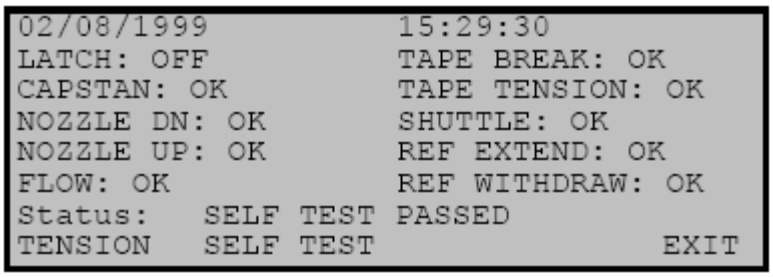
3. Menü „TEST“ (Softkey „TEST“ drücken): Im Menü „TEST“ kann der Bediener verschiedene Hardware- und Komponententests durchführen, u.a. kann die radiometrische Messung (Referenzfolientest) oder die Durchflussrate überprüft oder eine Kalibrierung der Temperatur-, Drucksensoren sowie der Durchflussrate vorgenommen werden.



The TEST Menu

Abbildung 16: Menü „TEST“

4. Menü „TAPE“ (Softkey „TAPE“ drücken): Im Menü „TAPE“ kann zu jedem Zeitpunkt (=Abbruch der laufenden Messung) ein umfangreicher Selbsttest der Messeinrichtung gestartet werden. In diesem Selbsttest, der in etwa 4 Minuten in Anspruch nimmt, werden verschiedene mechanische Bauteile (z.B. des Filtertransportsystems) auf Funktionstüchtigkeit, die Durchflussrate sowie der Zustand des Filterbandes (Spannung, Filterbandriss) geprüft. Im Falle von unregelmäßigen oder unzulässigen Abweichungen erscheint die Fehlermeldung „FAIL“ und eine gezielte Suche nach dem Problem kann erfolgen. Verläuft der Selbsttest ohne Probleme, erscheint der Status „SELFTEST PASSED“ und der Messbetrieb kann aufgenommen werden. Die Durchführung dieses Tests empfiehlt sich grundsätzlich nach jedem Neubeginn einer Messung nach Abbruch, in jedem Fall aber nach einem Filterbandwechsel.



Self-Test Status Screen

Abbildung 17: Menü „TAPE/SELF TEST“

Neben der direkten Kommunikation via Bedientasten/Display bestehen umfangreiche Möglichkeiten, über verschiedene Analogausgänge, Relais (Status und Alarmmeldungen) sowie über die RS232-Schnittstellen zu kommunizieren. Die RS232-Schnittstellen erlauben den Anschluss von Drucker, PC und Modem. Die Kommunikation mit dem Gerät kann z.B. über die Software Hyperterminal erfolgen.

Die serielle Schnittstelle #1 dient zum Datentransfer und zur Übermittlung des Gerätestatus. Diese Schnittstelle wird häufig mit Hilfe eines Modems zur Fernsteuerung benutzt.

Es steht folgendes Systemmenü zur Verfügung:

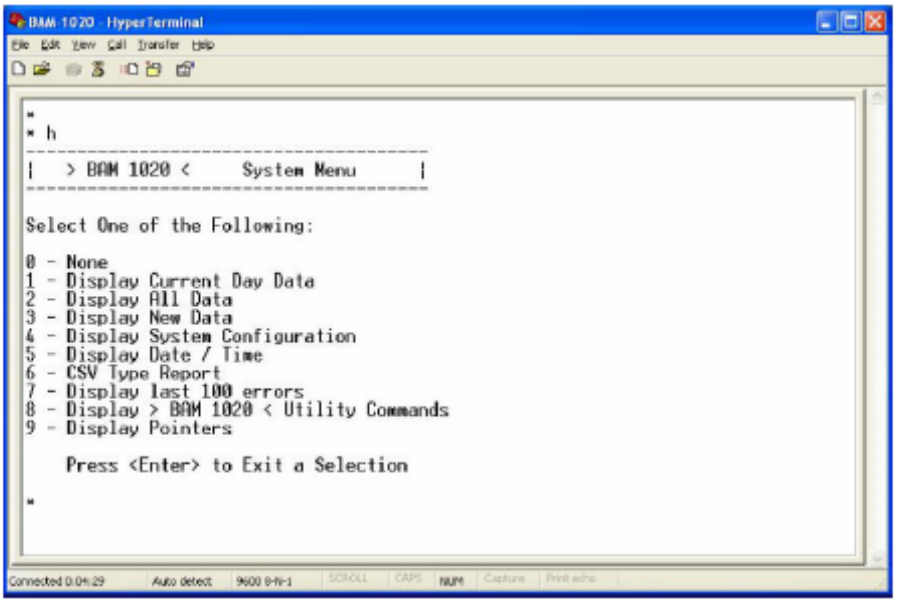


Abbildung 18: Kommunikation über serielle Schnittstelle #1 - Systemmenü

Die Messdaten wurden im Rahmen der Eignungsprüfung in der Regel einmal pro Woche ausgelesen und aufgezeichnet und eignen sich für eine spätere Datenverdichtung zu Tagesmittelwerten in einer externen Tabellenkalkulation. Nachfolgend erfolgt eine beispielhafte Darstellung der auf diesem Wege aufgezeichneten Daten.

Station		10																			
Time	Conc(ug/m3)	Qtot(m3)	BP(mmH)	WS(MPS)	WS(MPS)	RH(%)	Delta(C)	AT(C)	Stab(ug)	Ref(ug)	E	U	M	I	L	R	N	F	P	D	C	T
2/9/2009 8:00	16	0.701	749.4	5.9	0.7	16	22.3	1.9	-0.8	827.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 9:00	18	0.701	749.7	5.9	0.7	17	21.8	2.5	-1.9	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 10:00	9	0.701	749.5	5.9	0.7	18	20.7	3	-3.5	830.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 11:00	9	0.701	749.8	5.9	0.7	18	19.4	3.5	-2.9	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 12:00	8	0.701	749.9	5.9	0.7	19	17.7	4.5	-0.7	828.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 13:00	7	0.701	749.6	5.9	0.7	20	16.3	5.9	-1.2	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 14:00	11	0.7	749.5	5.9	0.7	20	16.1	6.3	-3	828.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 15:00	12	0.7	749.2	5.9	0.7	20	16.5	5.9	0	826.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 16:00	11	0.7	748.8	5.9	0.7	20	16.5	5.9	-3.8	824.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 17:00	13	0.701	748.1	5.8	0.7	20	17.1	4.9	1.9	829.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 18:00	15	0.701	747.3	5.8	0.7	21	17.3	4.2	-0.2	828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 19:00	20	0.701	746.8	5.8	0.7	22	17	3.9	0.7	831.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 20:00	18	0.7	745.9	5.8	0.7	24	17.1	3.1	-3.2	827.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/9/2009 21:00	17	0.701	744.2	5.7	0.7	25	17	2.5	-0.4	828.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Conc(µg/m³): Staubkonzentrationsmesswert in µg/m³, Umgebungsbedingungen

Qtot(m³): Durchgesetztes Volumen in m³ (hier bei 42 min Probenahmezeit)

BP(mm-Hg): Luftdruck in mm-Hg

WS (MPS): Windgeschwindigkeit, in diesem Fall nicht belegt

RH(%): relative Feuchte unter dem Filterband in % - zur Heizungsregelung

Delta(C): Differenz Außentemperatur – Temperatur am Filterband – zur Heizungsregelung, in diesem Fall deaktiviert

AT(C): Umgebungstemperatur in °C

Stab(µg): Ergebnis der internen Nullmessung in µg aus I_1 und I_{1x} (siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)

Ref(µg): Ergebnis der internen Referenzfolienmessung in µg/cm² aus I_2

(siehe Kapitel 3.2 dieses Berichtes)

E, U, M, I, L, R,

N, F, P, D, C, T: Statusmeldungen (Relais), siehe Handbuch Kapitel 6.5

Über das Systemmenü (Punkt 4 – Display System Configuration) lässt sich außerdem zu Informations- und Diagnosezwecken die aktuelle Parametrierung des BAM-1020 darstellen und ausdrucken (siehe Abbildung 19):

BAM 1020 Settings Report
2/18/2009 9:40

Station ID	10
Firmware	3236-07 5.0.1
K	0.933
BKGD	-0.0014
usw	0.3
ABS	0.828
Range	1
Offset	-0.015
Clamp	-0.015
Conc Units	ug/m3
Conc Type	ACTUAL
Count Time	8
Cv	1.01
Qo	0
Flow Type	ACTUAL
Flow Setpt	16.7
Std Temp	25
High Flow Alarm	20
Low Flow Alarm	10
Heat Mode	AUTO
Heat OFF (%)	6
RH Ctrl	YES
RH SetPt	45
RH Log	YES
DT Ctrl	NO
DT SetPt	99
DT Log	YES
BAM Sample	42
MET Sample	60
Cycle Mode	STANDARD
Fault Polarity	NORM
Reset Polarity	NORM
Maintenance	OFF

EUMILRNFPDCT
0

AP	150					
Baud Rate	9600					
Printer Report	2					
e3	0					
e4	15					

Channel	1	2	3	4	5	6
Sensor ID	255	2	255	255	255	35
Channel ID	255	254	255	255	255	254
Name	BP	WS	WS	RH	Delta	AT
Units	mmH	MPS	MPS	%	C	C
Prec	1	1	1	0	1	1
FS Volts	2.5	1	1	0.5	2.5	2.5
Mult	300	44.7	44.7	32	-147.1	95
Offset	525	0	0	-26	95.8	-40
Vect/Scalar	S	S	S	S	S	S
Inv Slope	N	N	N	N	N	N

Calibration	Offset	Slope
Flow	0.089	0.973
AT	0	
BP	0	
RH	-0.213	
FT	0	

Abbildung 19: Typischer Ausdruck eines Parametersatzes BAM-1020

Die serielle Schnittstelle #2 dient lediglich als Druckausgang und kann an einen Drucker oder PC angeschlossen werden. Hier können z.B. aktuelle Informationen zum Messbetrieb kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Zur externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung und zur Bestimmung des Backgroundwertes BKGD (Korrekturoffset für die Konzentrationswerte) gemäß Handbuch Kapitel 7.7, wird ein Nullfilter (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

Abbildung 20: Nullfilter BX-302 im Feldeinsatz

Mittels des vorhandenen Absperrventils lässt sich zudem mit dem Nullfilter BX-302 auch eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 5.3 durchführen

Für die Überprüfung der Durchflussrate am Inlet gemäß Kapitel 5.6 des Handbuchs steht ein Adapter BX-305 (Flow Inlet Adapter Kit) zur Verfügung. Da dieses bis auf den eigentlichen HEPA-Filter baulich dem Nullfilter Kit BX-302 entspricht, kann auch hier mittels des vorhandenen Absperrventils eine Überprüfung der Dichtigkeit des Messsystems gemäß Handbuch Kapitel 5.3 durchgeführt werden.

Tabelle 2 enthält eine Auflistung wichtiger gerätetechnischer Kenndaten des Schwebstaubimmissionsmessgerätes BAM-1020.

Tabelle 2: Gerätetechnische Daten BAM-1020 (Herstellerangaben)

Abmessungen / Gewicht		**BAM-1020**
Messgerät		310 x 430 x 400 mm / 24,5 kg (ohne Pumpe)
Probenahmerohr		1,65 m (andere Längen lieferbar)
Probenahmekopf		BX-802 (US)
Energieversorgung		100/115/230 V, 50/60 Hz
Leistungsaufnahme		75 W, Zentraleinheit
Umgebungsbedingungen		
Temperatur		-30 - +60 °C (Herstellerangabe) +5 - +40 °C in Eignungsprüfung
Feuchte		nicht kondensierend
Probenflussrate		16,67 l/min = 1 m³/h
Radiometrie	**Strahler**	^{14}C, <2,2 MBq (< 60 µCi)
	Detektor	Szintillationszähler
	Überprüfung	Stündliche, interne Null- und Referenzpunktüberprüfung (Referenzfolie), Abweichungen vom Soll werden aufgezeichnet
Parameter Filterwechsel		
Messzyklus (Zykluszeit)		1 min – 200 min Default: 60 min
Messzeit Radiometrie		einstellbar 4,6 oder 8 min für PM2,5: 8 min
Probenahmezeit		je nach Messzeit Radiometrie 50, 46 oder 42 min: für PM2,5: 42 min
Parameter Heizung Probenahme BX-830		
maximale Temperaturdifferenz Filterband-Außentemperatur		Default: 5°C
Sollwert für relative Luftfeuchte am Filterband		Default: 45 %
Speicherkapazität Daten (intern)		ca. 180 Tage bei 1h-Messwerten
Analogausgang		0 – 1 (10) V oder 0 – 16 mA / 4 – 20 mA – parametrierbar auf 0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000 oder 10.000 mg/m³
Digitalausgang		2 x RS 232 – Schnittstelle zur Datenübertragung und Fernsteuerung
Statussignale / Fehlermeldungen		vorhanden, Übersicht siehe Kapitel 8 Bedienungshandbuch

4 Prüfprogramm

4.1 Allgemeines

Die Eignungsprüfung erfolgte an zwei identischen Geräten mit den Seriennummern SN 17010 und SN 17011.

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-07 5.01 durchgeführt (Stand Juli 2008).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-07 5.0.10 weiterentwickelt und optimiert. Dabei wurden die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.5 schon per Mitteilung dem zuständigen Arbeitskreis „Prüfberichte“ vorgestellt und positiv bewertet. Die zusätzlichen Änderungen von Version 3236-07 5.0.5 bis zur Version 3236-07 5.0.10 zeigt Abbildung 64 auf Seite 181 im Anhang.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.10 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

Die Prüfung umfasste einen Labortest zur Feststellung der Verfahrenskenngrößen sowie einen mehrmonatigen Feldtest an verschiedenen Feldteststandorten.

Alle ermittelten Konzentrationen werden in µg/m³ (Betriebsbedingungen) angegeben.

Im Zeitraum der Prüfungen wurden keine baulichen Veränderungen an den Testgeräten vorgenommen.

Im folgenden Bericht wird in der Überschrift zu jedem Prüfpunkt die Mindestanforderung gemäß den berücksichtigten Richtlinien [1, 2, 3, 4] mit Nummer und Wortlaut angeführt.

4.2 Laborprüfung

Die Laborprüfung wurde mit zwei identischen Geräten des Typs BAM-1020 mit den Seriennummern SN 17010 und SN 17011 durchgeführt. Nach den Richtlinien [1, 2, 3] ergab sich folgendes Versuchsprogramm im Labor:

- Beschreibung der Gerätefunktionen
- Ermittlung der Nachweisgrenze
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Umgebungstemperatur
- Ermittlung der Abhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit von der Netzspannung

Folgende Geräte kamen für den Labortest zur Ermittlung der Verfahrenskenngrößen zum Einsatz:

- Klimakammer (Temperaturbereich von –20 °C bis +50 °C, Genauigkeit besser als 1 °C)
- Trennstelltrafo
- Nullfilter-Kit BX-302 zur externen Nullpunktsüberprüfung
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgte geräteintern. Die gespeicherten Messwerte wurden via Hyperterminal mit Hilfe eines Notebooks ausgelesen.

Die Ergebnisse der Laborprüfungen sind unter Punkt 6 zusammengestellt.

4.3 Feldtest

Der Feldtest wurde mit 2 baugleichen Messeinrichtungen durchgeführt. Dies waren:

Gerät 1: SN 17010

Gerät 2: SN 17011

Es ergab sich folgendes Prüfprogramm im Feldtest:

- Untersuchung der Vergleichbarkeit der Testgeräte gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”
- Untersuchung der Vergleichbarkeit des Testgerätes mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden “Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”
- Untersuchung der Konstanz des Probenahmevolumenstroms
- Ermittlung der Kalibrierfähigkeit, Aufstellung der Analysenfunktion
- Bestimmung der Reproduzierbarkeit
- Ermittlung der zeitlichen Änderung des Nullpunktes und der Empfindlichkeit
- Untersuchung der Dichtheit des Probenahmesystems
- Betrachtung der Abhängigkeit der Messwerte von der im Messgut enthaltenen Luftfeuchte
- Ermittlung des Wartungsintervalls
- Bestimmung der Verfügbarkeit
- Ermittlung der Gesamtunsicherheit der Testgeräte.

Für den Feldtest wurden folgende Geräte eingesetzt:

- Messcontainer des UK-Partners, klimatisiert auf ca. 20 °C
- Wetterstation (WS 500 der Fa. ELV Elektronik AG) zur Erfassung meteorologischer Kenngrößen wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie der Regenmenge
- 2 Referenzmessgeräte LVS3 für PM2.5 gemäß Punkt 5
- 1 Gasuhr, trockene Bauart
- 1 Massendurchflussmesser Model 4043 (Hersteller: TSI)
- Messgerät zur Erfassung der Leistungsaufnahme Metratester 5 (Hersteller: Fa. Gossen Metrawatt)
- Nullfilter-Kit BX-302 zur Erzeugung schwebstaubfreier Luft
- Referenzfolie (fest in den Geräten eingebaut)

Im Feldtest liefen jeweils für 24 h zeitgleich zwei BAM-1020 – Systeme und zwei Referenzgeräte. Das Referenzgerät arbeitet diskontinuierlich, d. h. nach erfolgten Probenahmen muss das Filter manuell gewechselt werden.

Die Impaktionsplatten der PM2,5 Probenahmeköpfe der Referenzgeräte wurden in der Prüfung ca. alle 2 Wochen gereinigt und mit Silikonfett eingefettet, um eine sichere Trennung und Abscheidung der Partikel zu gewährleisten. Die PM10 Probenahmeköpfe BX-802 und die PM2,5 Zyklone BX-807 der Prüflinge wurden ca. alle 4 Wochen gereinigt. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind.

Bei den Prüflingen sowie bei den Referenzgeräten wurde der Durchfluss vor und nach jedem Standortwechsel mit einer trockenen Gasuhr bzw. mit einem Massendurchflussmesser, der über eine Schlauchleitung an der Lufteintrittsöffnung des Gerätes angeschlossen ist, überprüft.

Messstandorte und Messgerätestandorte

Die Messgeräte wurden im Feldtest so installiert, dass nur die Probenahmeköpfe außerhalb des Messcontainers über dessen Dach eingerichtet sind. Die Zentraleinheiten der beiden Testgeräte waren im Innern des klimatisierten Messcontainers untergebracht. Die Verbindung der Zentraleinheiten mit den Probenahmeköpfen geschah bei den BAM-1020-Systemen über das Probenahmerohr. Die Referenzsysteme (LVS3) wurden komplett im Freien auf dem Dach installiert.

Der Feldtest wurde an folgenden Messstandorten durchgeführt:

Tabelle 3: Feldteststandorte

Nr.	Messstandort	Zeitraum	Charakterisierung
1	Teddington (UK), Sommer	07/2008 – 11/2008	Städtischer Hintergrund
2	Köln, Parkplatzgelände, Winter	12/2008 – 04/2009	Städtischer Hintergrund
3	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	08/2009 – 10/2009	Ländliche Struktur + Verkehrseinfluss
4	Teddington (UK), Winter	12/2009 – 02/2010	Städtischer Hintergrund

Abbildung 21 bis Abbildung 24 zeigen den Verlauf der PM-Konzentrationen an den Feldteststandorten, die mit den Referenzmesseinrichtungen aufgenommen wurden.

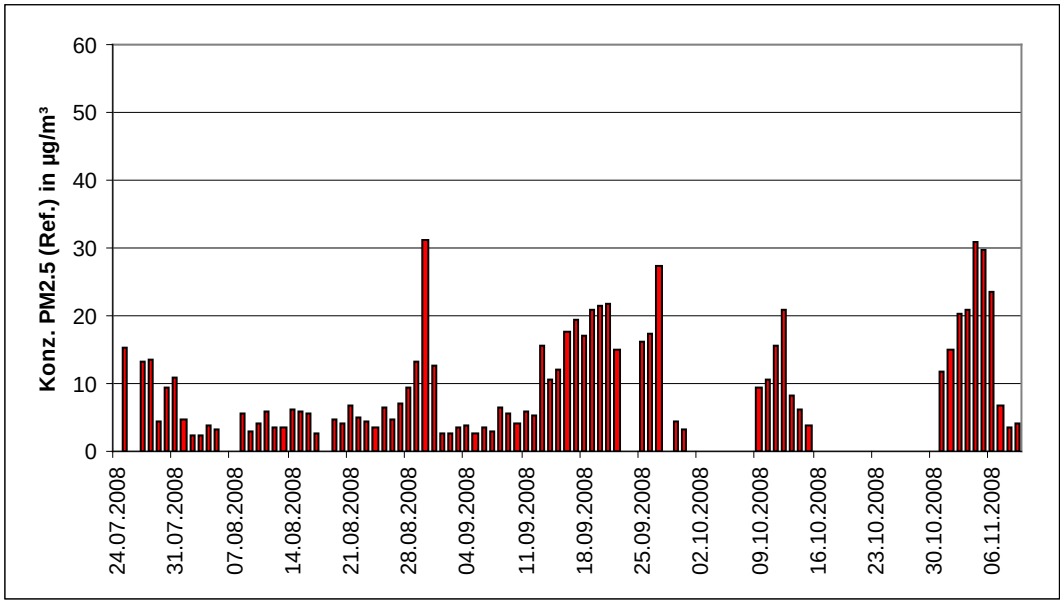


Abbildung 21: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Sommer“

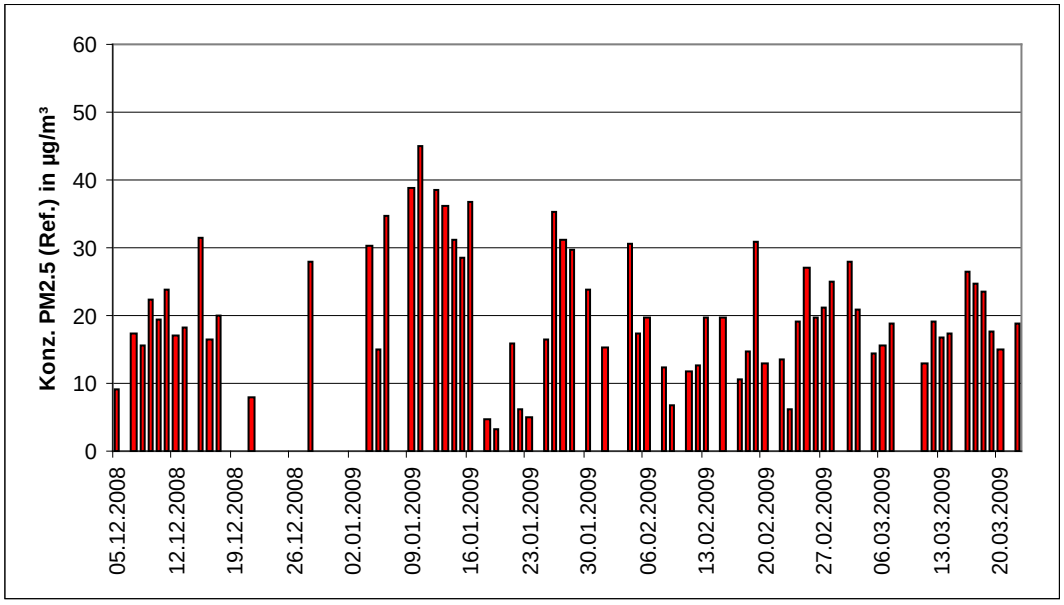


Abbildung 22: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Köln, Parkplatzgelände, Winter“

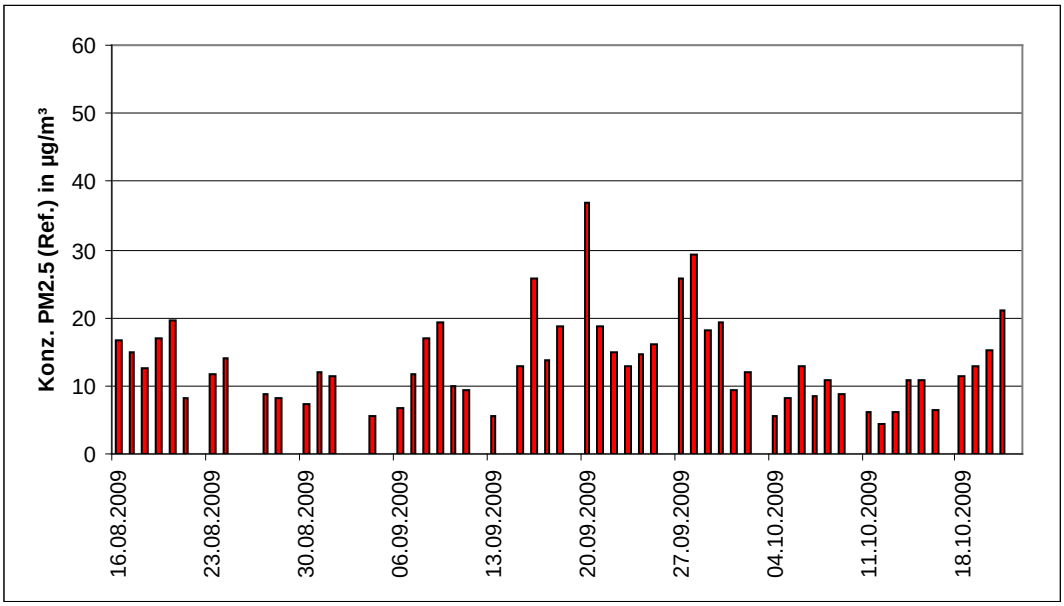


Abbildung 23: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer“

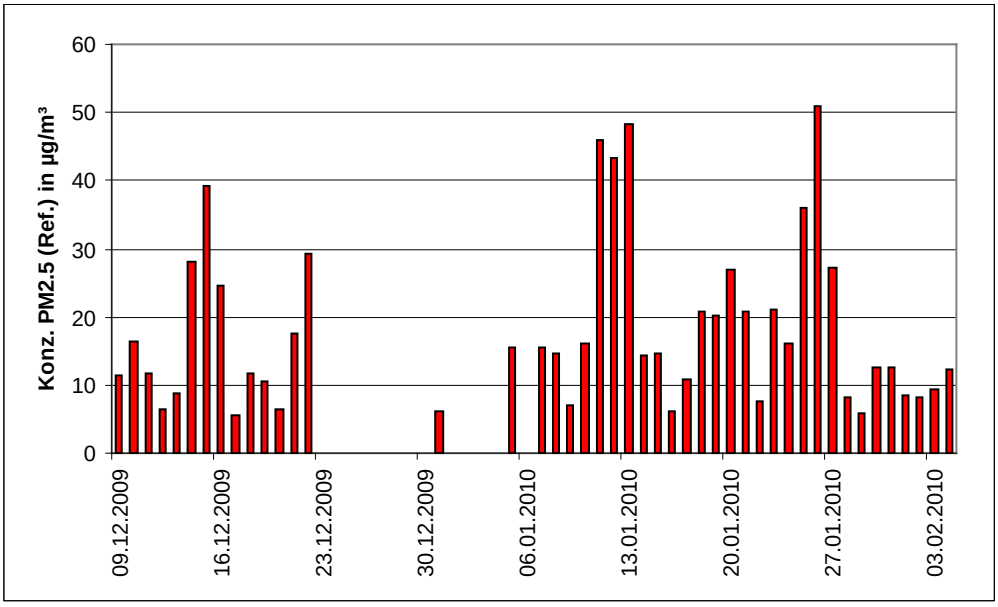


Abbildung 24: Verlauf der PM2,5-Konzentrationen (Referenz) am Standort „Teddington, Winter“

Die folgenden Abbildungen zeigen den Messcontainer an den Feldteststandorten Teddington, Köln (Parkplatzgelände) sowie Bornheim (Autobahnparkplatz).

Abbildung 25: Feldteststandort Teddington

Abbildung 26: Feldteststandort Köln, Parkplatzgelände

Abbildung 27: Feldteststandort Bornheim, Autobahnparkplatz

Neben den Messgeräten zur Bestimmung der Schwebstaubimmissionen war eine Erfassungsanlage für meteorologische Kenndaten am Container/Messort angebracht. Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung von Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung sowie Niederschlagsmenge. Es wurden 30-min-Mittelwerte gespeichert.

Der Aufbau des Containers selbst (nur Standorte in Köln) sowie die Anordnung der Probenahmesonden wurde durch die folgenden Abmessungen charakterisiert:

- Höhe Containerdach: 2,50 m
- Höhe der Probenahme für Test-/ 1,13 m / 0,51 m über Containerdach
- Referenzgerät 3,63 / 3,01 m über Grund
- Höhe der Windfahne: 4,5 m über Grund

Die nachfolgende Tabelle 4 enthält daher neben einem Überblick über die wichtigsten meteorologischen Kenngrößen, die während der Messungen an den 4 Feldteststandorten ermittelt wurden, auch einen Überblick über die Schwebstaubverhältnisse während des Prüfzeitraumes. Am Standort Teddington waren meteorologische Daten erst ab dem 17.09.2008 verfügbar. Alle Einzelwerte sind in den Anhängen 4 und 5 zu finden.

Tabelle 4: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten, als Tagesmittelwerte

	Teddington (UK), Sommer*	Köln, Parkplatzgelände Winter	Bornheim, Autobahnparkplatz, Sommer	Teddington (UK), Winter
Anzahl Wertepaare Referenz	81	75	58	45
Anteil PM2,5 an PM10 [%]				
Bereich	22,3 – 83,2	42,4 – 92,9	40,3 – 81,8	41,6 – 90,6
Mittelwert	53,9	73,8	60,5	70,3
Lufttemperatur [°C]				
Bereich	4,2 – 15,4	-14 – 17,8	3,3 – 25,3	-3,7 – 9,8
Mittelwert	11,2	3,9	15,4	2,7
Luftdruck [hPa]				
Bereich	984 – 1016	971 – 1030	995 – 1022	984 – 1037
Mittelwert	1000	1008	1010	1008
Rel. Luftfeuchte [%]				
Bereich	64 – 95	48 – 85	44 – 82	77 – 98
Mittelwert	81,4	71,4	68,1	89,6
Windgeschwindigkeit [m/s]				
Bereich	0,0 – 1,8	0,0 – 6,9	0,0 – 4,4	0,0 – 2,4
Mittelwert	0,5	2,0	0,4	0,6
Niederschlagsmenge [mm]				
Bereich	nicht verfügbar	0,0 – 26,9	0,0 – 20,0	0,0 – 11,7
Mittelwert		2,5	1,9	1,8

* Wetterdaten erst ab 17.09.2008 verfügbar

Dauer der Probenahmen

DIN EN 14907 legt die Probenahmedauer auf 24 h ±1 h fest.

Während im Feldtest immer eine Probenahmezeit von 24 h für alle Geräte eingestellt wurde (von 10:00 – 10:00 (Teddington und Köln) und von 7:00 – 7:00 (Bornheim)), wurde die Probenahmezeit bei einigen Untersuchungen im Labor reduziert, um eine größere Anzahl an Messwerten zu erhalten.

Handhabung der Daten

Die ermittelten Messwertpaare der Referenzwerte aus den Felduntersuchungen wurden vor den jeweiligen Auswertungen für jeden Standort einem statistischen Ausreißertest nach Grubbs (99 %) unterzogen, um Auswirkungen von offensichtlich unplausiblen Daten auf das Messergebnis vorzubeugen. Als signifikante Ausreißer erkannte Messwertpaare dürfen dabei solange aus dem Wertepool entfernt, bis der kritische Wert der Prüfgröße unterschritten wurde. Die Version des Leitfadens [4] vom Juli 2009 verlangt, dass nur 2,5 % der Datenpaare als Ausreißer ermittelt und entfernt werden dürfen.

Im Rahmen des „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing“ Programms, wurde mit den englischen Projektpartnern vereinbart, dass für die Prüflinge prinzipiell keine Messwerte verworfen werden, es sei denn, es liegen begründbare technische Ursachen für unplausible Werte vor. Es wurden in der gesamten Prüfung keine Messwerte der Prüflinge verworfen.

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht über die für jeden Einzelstandort als signifikante Ausreißer erkannte und entfernte Anzahl an Messwertpaaren (Referenz).

Tabelle 5: Ergebnisse Grubbs-Ausreißertest – Referenz PM2,5

Nummer	Standort	Sammler	Anzahl Datenpaare	Maximale Anzahl Werte, die gelöscht werden dürfen	Gefundene Anzahl	Gelöschte Anzahl	Anzahl der verbliebenen Datenpaare
A	Teddington (Sommer)	$PM_{2.5}$ Leckel	83	2	2	2	81
B	Köln (Winter)	$PM_{2.5}$ Leckel	77	2	3	2	75
C	Bornheim (Sommer)	$PM_{2.5}$ Leckel	60	2	2	2	58
D	Teddington (Winter)	$PM_{2.5}$ Leckel	46	1	2	1	45

Es wurden folgende Wertepaare entfernt:

Tabelle 6: Entfernte Wertepaare Referenz PM2,5 nach Grubbs

Standort	Datum	Referenz 1 [µg/m³]	Referenz 2 [µg/m³]
Teddington, Sommer	24.07.2008	32,5	27,8
Teddington, Sommer	26.07.2008	16,1	13,8
Köln, Winter	20.01.2009	11,2	8,4
Köln, Winter	03.02.2009	34,0	37,4
Bornheim, Sommer	25.08.2009	13,8	20,3
Bornheim, Sommer	22.10.2009	27,0	24,3
Teddington, Winter	06.01.2010	13,5	16,0

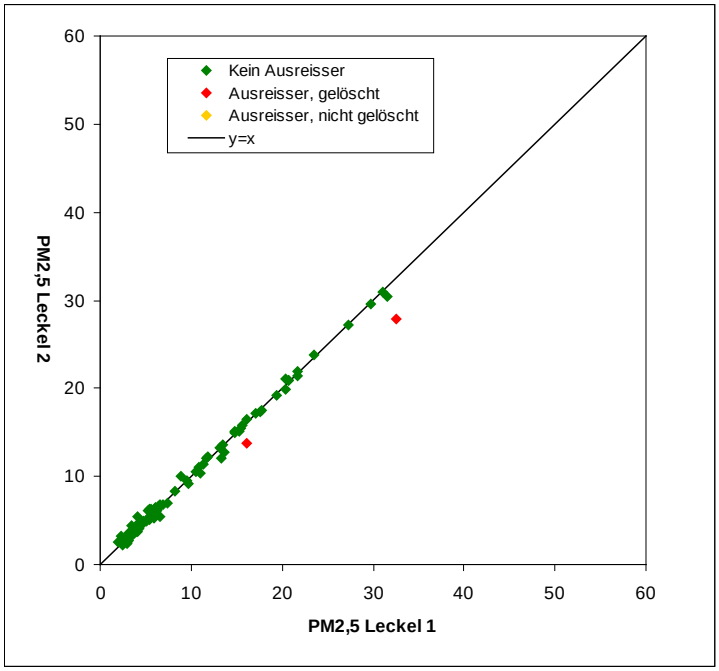


Abbildung 28: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Sommer)

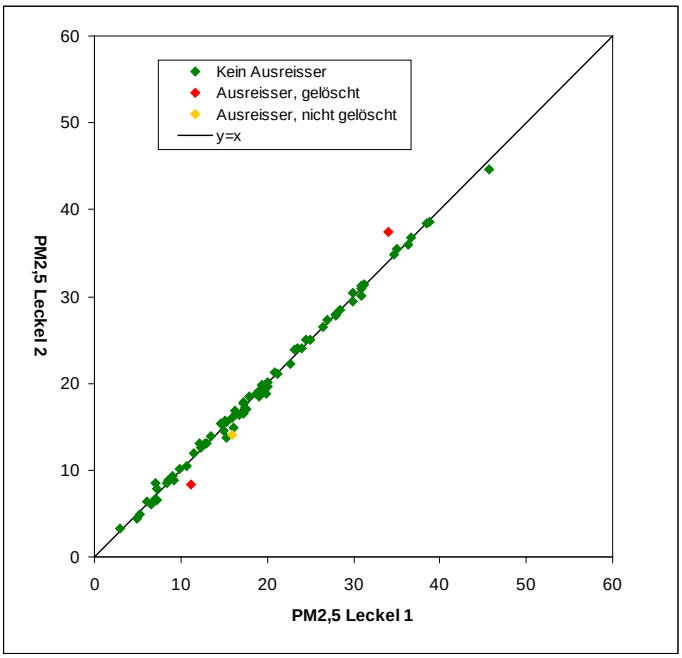


Abbildung 29: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Köln (Winter)

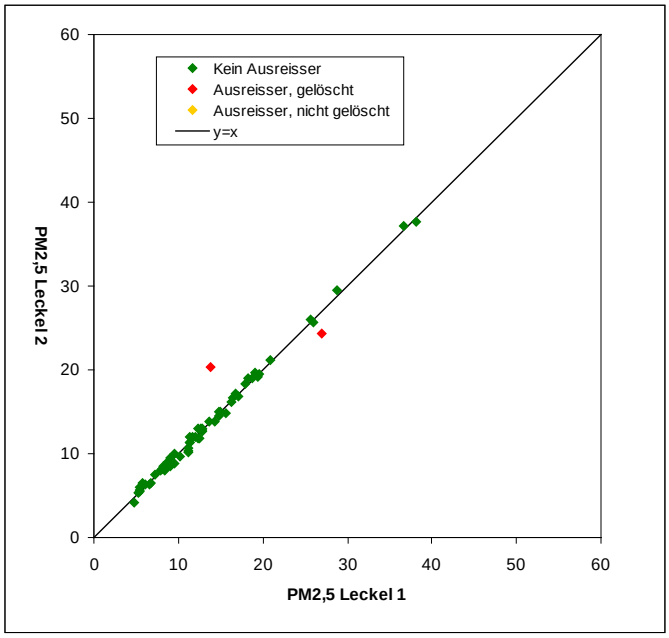


Abbildung 30: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Bornheim (Sommer)

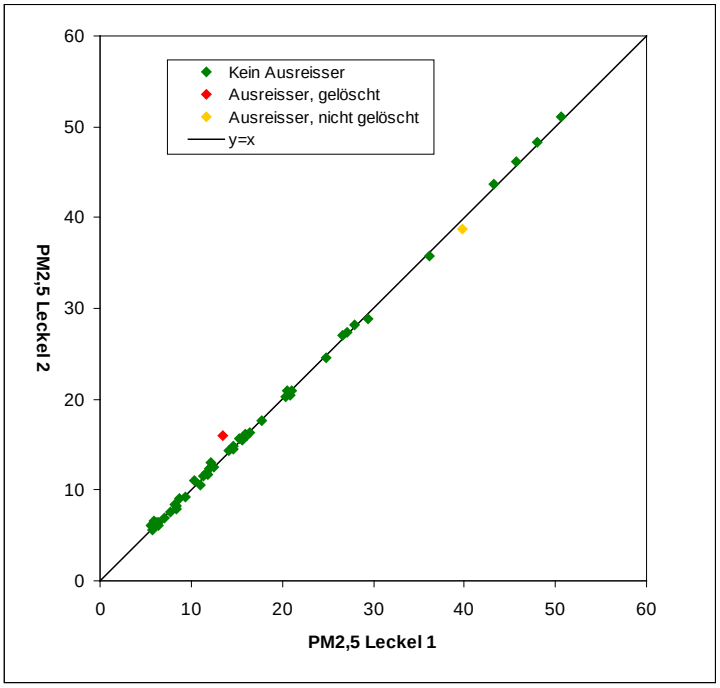


Abbildung 31: Grubbs Testergebnisse für das $PM_{2,5}$ Referenzverfahren, Teddington (Winter)

Filterhandling - Massenbestimmung

Folgende Filter wurden in der Eignungsprüfung verwendet:

Tabelle 7: Eingesetzte Filtermaterialien

Messgerät	Filtermaterial, Typ	Hersteller
Referenzgeräte LVS3	Emfab™, ∅ 47 mm	Pall

Im Rahmen des Testprogramms „Combined MCERTS and TUV PM Equivalence Testing Programme“ wurde auf ausdrücklichen Wunsch der britischen Projektpartner das Filtermaterial Emfab™ (teflonbeschichtete Glasfaserfilter) eingesetzt, da der britische Partner laut [8] dieses Filtermaterial als das für die Messaufgabe am Besten geeignete betrachtet.

Die Behandlung der Filter entspricht den Anforderungen der DIN EN 14907.

Die Verfahren zur Behandlung der Filter und zur Wägung sind im Detail im Anhang 2 zu diesem Bericht beschrieben.

5 Referenzmessverfahren

Im Rahmen des Feldtestes wurden gemäß der DIN EN 14907 folgende Geräte eingesetzt:

1. als Referenzgerät: Kleinfiltergerät Low Volume Sampler LVS3
   Hersteller: Ingenieurbüro Sven Leckel, Leberstraße 63, Berlin, Deutschland
   Herstelldatum: 2007
   PM2,5-Probenahmekopf

Während der Prüfung wurden parallel zwei Referenzgeräte mit einem geregelten Durchsatz von 2,3 m³/h betrieben. Die Volumenstromregelgenauigkeit beträgt unter realen Einsatzbedingungen < 1 % des Nennvolumenstroms.

Die Probenahmeluft beim Kleinfiltergerät LVS3 wird von der Drehschieber-Vakuumpumpe über den Probenahmekopf gesaugt, der Probeluft-Volumenstrom wird hierbei zwischen Filter und Vakuumpumpe mit einer Messblende gemessen. Die angesaugte Luft strömt von der Pumpe aus über einen Abscheider für den Abrieb der Drehschieber zum Luftauslass.

Nach beendeter Probenahme zeigt die Messelektronik das angesaugte Probeluftvolumen in Norm- oder Betriebs-m³ an.

Die PM2,5 Konzentration wurde ermittelt, in dem die im Labor gravimetrisch bestimmte Schwebstaubmenge auf dem jeweiligen Filter durch das zugehörige durchgesetzte Probeluftvolumen in Betriebs-m³ dividiert wurde.

6 Prüfergebnisse

6.1 4.1.1 Messwertanzeige

Die Messeinrichtung muss eine Messwertanzeige besitzen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde überprüft, ob die Messeinrichtung eine Messwertanzeige besitzt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige. Der jeweilige Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus kann in verschiedenen Fenstern der Benutzeranzeige angezeigt werden.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung besitzt eine Messwertanzeige.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 32 zeigt die Benutzeranzeige mit dem Konzentrationsmesswert aus dem letzten Messzyklus.

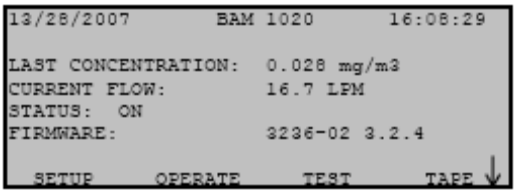


Abbildung 32: Messanzeige Konzentrationsmesswert aus letztem Messzyklus

6.1 4.1.2 Wartungsfreundlichkeit

Die notwendigen Wartungsarbeiten an der Messeinrichtung sollten ohne größeren Aufwand möglichst von außen durchführbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zusätzliche Geräte werden nicht benötigt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die notwendigen regelmäßigen Wartungsarbeiten wurden nach den Anweisungen der Betriebsanleitung ausgeführt.

6.4 Auswertung

Folgende Wartungsarbeiten sind vom Benutzer durchzuführen:

1. Überprüfung des Gerätestatus
   Der Gerätestatus kann durch Kontrolle der Messeinrichtung selbst oder auch on-line überwacht und kontrolliert werden.
2. Der Probenahmekopf muss prinzipiell nach den Anweisungen des Herstellers gesäubert werden, wobei die örtlichen Schwebstaubkonzentrationen in Betracht zu ziehen sind (in der Eignungsprüfung alle 4 Wochen).
3. Monatliche Reinigung des Gerätes. Dies beinhaltet auch die Reinigung des Bereichs der Eintrittsdüse über dem Filterband. In jedem Fall ist die Messeinrichtung nach jedem Messeinsatz zu reinigen.
4. Kontrolle des Filterbandvorrates – ein 21 m-Filterband reicht dabei für ca. 60 Tage bei einem Messzyklus von 60 min. Es wird empfohlen, eine routinemäßige Überprüfung des Filterbandvorrates bei jedem Besuch der Messstelle vorzunehmen.
5. Eine Überprüfung der Dichtigkeit sowie der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 4 Wochen erfolgen. Weiterhin empfiehlt sich in diesem Zusammenhang eine Plausibilitätskontrolle der Umgebungstemperatur- und Luftdruckmessung. Die Arbeiten können zusammen mit den Arbeiten gemäß Punkt 4 durchgeführt werden.
6. Austausch des Filterbandes nach ca. 2 Monaten (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden
7. Die Kalibrierung der Durchflussrate soll gemäß den Angaben des Herstellers alle 2 Monate erfolgen.
8. Der Abluftschalldämpfer an der Pumpe sollte halbjährlich getauscht werden.
9. Die Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
10. Der Flowcontroller, die Pumpe und die Probenahmeheizung sind alle 6 Monate gemäß Bedienungshandbuch zu überprüfen.
11. Jährlich sollte ein 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.
12. Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
13. Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahmerohres zu achten.

Zur Durchführung der Wartungsarbeiten sind die Anweisungen im Handbuch zu beachten. Alle Arbeiten lassen sich grundsätzlich mit üblichen Werkzeugen durchführen.

Es wird grundsätzlich empfohlen nach jeder Tätigkeit, die den Messbetrieb unterbricht, den Selbsttest des Systems gemäß Kapitel 3.5 des Bedienungshandbuchs durchzuführen.

6.5 Bewertung

Wartungsarbeiten sind mit üblichen Werkzeugen und vertretbarem Aufwand von außen durchführbar. Die Arbeiten ab Punkt 6 sind nur bei einem Stillstand des Gerätes durchzuführen. Diese Arbeiten fallen in einem 2-monatigen Intervall sowie halbjährlich bzw. jährlich an. In der restlichen Zeit kann sich die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränken.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Arbeiten an den Geräten wurden während der Prüfung auf Basis der in den Handbüchern beschriebenen Arbeiten und Arbeitsabläufe durchgeführt. Bei Einhaltung der dort beschriebenen Vorgehensweise konnten keine Schwierigkeiten beobachtet werden. Alle Wartungsarbeiten ließen sich bisher problemlos mit herkömmlichen Werkzeugen durchführen.

6.1 4.1.3 Funktionskontrolle

Soweit zum Betrieb oder zur Funktionskontrolle der Messeinrichtung spezielle Einrichtungen erforderlich sind, sind diese als zum Gerät gehörig zu betrachten und bei den entsprechenden Teilprüfungen einzusetzen und mit in die Bewertung aufzunehmen.
Zur Messeinrichtung gehörende Prüfgaserzeugungssysteme müssen der Messeinrichtung ihre Betriebsbereitschaft über ein Statussignal anzeigen und über die Messeinrichtung direkt sowie auch telemetrisch angesteuert werden können.
Die Unsicherheit der zur Messeinrichtung gehörenden Prüfgaserzeugungseinrichtung darf in drei Monaten 1 % vom Bezugswert B_2 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bedienungshandbuch, Nullfilter-Kit BX-802, eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Der Nullpunkt der radiometrischen Messung wird dabei nach folgender Formel ermittelt:

$$C_0\left[mg/m^3\right] = \frac{A}{Q} * \frac{K}{mu2} * \ln\left(\frac{I_1}{I_{1X}}\right)$$

mit

C_0	Partikel-Massenkonzentration am NP	A	Sammelfläche für Partikel (Filterfleck)
Q	Probenahmedurchflussrate	K, mu2	Koeffizienten Betamessung
I_1	Betazählrate am Anfang	I_{1X}	Betazählrate am Ende

Zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet. Der Wert wird kontinuierlich mit dem im Werk ermittelten Sollwert ABS verglichen und im Falle einer Abweichung vom Soll von >5 % eine Fehlermeldung generiert.

Das Gerät bietet somit die Möglichkeit, den Nullpunkt sowie den Referenzwert für jeden Messzyklus (hier 1-mal pro Stunde) geräteintern zu ermitteln. Die erhaltenen stündlichen Werte am Nullpunkt und Referenzpunkt werden über die serielle Schnittstelle ausgegeben und stehen problemlos für eine Auswertung mit einem Tabellenkalkulationsprogramm zur Verfügung. Im Rahmen der Prüfung wurden Ergebnisse der internen Tests zu geeigneten Mittelwerten verdichtet und ausgewertet (z.B. 24-h-Mittel für Driftuntersuchungen).

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Nullpunkt der Messeinrichtung auch extern zu überprüfen. Hierzu wird ein Nullfilter (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) am Geräteinlass montiert. Der Einsatz dieses Filters ermöglicht die Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft.

Neben der externen Nullpunktsüberprüfung der Messeinrichtung wird diese Prozedur zur regelmäßigen Bestimmung des Backgroundwertes BKGD (Korrekturoffset für die Konzentrationswerte) gemäß Handbuch Kapitel 7.7 herangezogen.

Im Rahmen der Prüfung wurde ca. alle 4 Wochen eine Bestimmung des Nullpunktes auch mit Hilfe des Nullfilters durchgeführt.

6.4 Auswertung

Alle im Bedienungshandbuch aufgeführten Gerätefunktionen sind vorhanden oder aktivierbar. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie) durch. Es ist zu beachten, dass durch Einsatz der Referenzfolie nur die Massendichte bestimmt werden kann. Ein direkter Vergleich mit den Bezugswerten ist daher nicht möglich. Zu Auswertezwecken wurden die prozentualen Änderungen der bestimmten Massendichten errechnet.

Eine externe Überprüfung des Nullpunktes ist mit Hilfe des Nullfilters (BX-302 Zero Filter Calibration Kit) ebenfalls jederzeit möglich.

6.5 Bewertung

Alle im Bedienungshandbuch beschriebenen Gerätefunktionen sind vorhanden, aktivierbar und funktionieren. Der aktuelle Gerätestatus wird kontinuierlich überwacht und über eine Reihe von verschiedenen Statusmeldungen (Betriebs-, Warn- und Fehlerstatus) angezeigt.

Die Ergebnisse der geräteinternen Überprüfungen des Nullpunkts und der radiometrischen Messung sowie der externen Nullpunktsüberprüfungen mit Nullfilter über die Dauer der Felduntersuchungen sind im Kapitel 6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift sind im Kapitel 6.1 5.2.10 Drift des Messwertes in diesem Bericht dargestellt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe unter den Punkten:
6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift und
6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten

Die Rüst- und Einlaufzeiten der Messeinrichtung sind in der Betriebsanleitung anzugeben.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung dieser Mindestanforderung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messinstrumente wurden nach den Beschreibungen des Geräteherstellers in Betrieb genommen. Die erforderlichen Zeiten für Rüst- und Einlaufzeit wurden getrennt erfasst.

Erforderliche bauliche Maßnahmen im Vorfeld der Installation, wie z. B. die Einrichtung eines Durchbruchs im Containerdach, wurden hier nicht bewertet.

6.4 Auswertung

Die Rüstzeit umfasst den Zeitbedarf für den Aufbau der Messeinrichtung bis zur Inbetriebnahme.

Das Messsystem muss witterungsunabhängig installiert werden, z. B. in einem klimatisierten Messcontainer. Zudem erfordert die Durchführung des Ansaugrohres durch das Dach umfangreichere bauliche Maßnahmen am Messort. Ein ortsveränderlicher Einsatz wird daher nur zusammen mit der zugehörigen Peripherie angenommen.

Folgende Schritte zum Aufbau der Messeinrichtung sind grundsätzlich erforderlich:

- Entpacken und Aufstellung der Messeinrichtung (in Rack oder auf Tisch)
- Anschluss Probenahmerohr + PM 10-Probenahmekopf + PM2,5- Zyklon SCC
- Installation der Probenahmeheizung
- Anschluss der Pumpe
- Umgebungstemperatursensor + Strahlungsschutzschild montieren (in die Nähe des Probenahmekopfes)
- Anschluss aller Verbindungs-, Steuerungsleitungen
- Anschluss der Energieversorgung
- Einschalten der Messeinrichtung
- Filterband einlegen
- Durchführung Selbsttest gemäß Bedienungshandbuch Punkt 3.5
- Überprüfung der Dichtigkeit und der Durchflussrate
- optional Anschluss von peripheren Erfassungs- und Steuerungssystemen (Datalogger, PC mit Hyperterminal) an die entsprechenden Schnittstellen

Die Durchführung dieser Arbeiten und damit die Rüstzeit beträgt 1 bis 2 Stunden.

Die Einlaufzeit umfasst den Zeitbedarf von der Inbetriebnahme der Messeinrichtung bis zur Messbereitschaft.

Nach dem Einschalten des Systems und erfolgreich durchgeführtem Selbsttest befindet sich die Messeinrichtung bis zum Erreichen der nächsten vollen Stunde in einer Warteposition. Bei Erreichen der vollen Stunde beginnt der nächste Messzyklus wie unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung beschrieben. Die Probenahme startet entsprechend der ein-

gestellten Messzeit für die Radiometrie (in der Eignungsprüfung 8 min) unmittelbar nach der radiometrischen Messung I_0 (Leerwert Filterfleck für Probenahme).

Falls erforderlich, können etwaige Änderungen der Grundparametrierungen der Messeinrichtungen ebenfalls in wenigen Minuten durch mit den Geräten vertrautes Personal durchgeführt werden.

6.5 Bewertung

Die Rüst- und Einlaufzeiten wurden ermittelt.

Die Messeinrichtung kann, bei überschaubarem Aufwand, an unterschiedlichen Messstellen betrieben werden. Die Rüstzeit beträgt ca. 1 bis 2 Stunden und die Einlaufzeit maximal die Zeit eines kompletten Messzyklus (hier: 60 min).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 4.1.5 Bauart

Die Betriebsanleitung muss Angaben des Herstellers zur Bauart der Messeinrichtung enthalten. Im Wesentlichen sind dies:
Bauform (z. B. Tischgerät, Einbaugerät, freie Aufstellung)
Einbaulage (z. B. horizontaler oder vertikaler Einbau)
Sicherheitsanforderungen
Abmessungen
Gewicht
Energiebedarf.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wird eine Messeinrichtung zur Erfassung des Energieverbrauchs und eine Waage eingesetzt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Aufbau der übergebenen Geräte wurde mit der Beschreibung in den Handbüchern verglichen. Der angegebene Energieverbrauch wird über 24 h im Normalbetrieb an 3 Tagen während des Feldtests bestimmt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung muss in horizontaler Einbaulage witterungsunabhängig installiert werden. Hierbei sollte die Einrichtung auf einer ebenen Fläche (z. B. Tisch) aufgestellt werden. Der Einbau in ein 19“ Rack ist ebenfalls gut möglich.

Die Abmessungen und Gewichte der Messeinrichtung stimmen mit den Angaben aus dem Bedienungshandbuch überein.

Der Energiebedarf der Messeinrichtung mit der eingesetzten Pumpe wird vom Hersteller mit maximal ca. 370 W angegeben. In 3 jeweils 24stündigen Tests wurde der Gesamtenergiebedarf der Messeinrichtung ermittelt. Zu keinem Zeitpunkt wurde bei diesen Untersuchungen der angegebene Wert überschritten. Der durchschnittliche Gesamtenergieverbrauch während der Untersuchung für einen Messzyklus von 60 min (42 min Probenahme) lag bei ca. 150 W.

6.5 Bewertung

Die in der Betriebsanleitung aufgeführten Angaben zur Bauart sind vollständig und korrekt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.6 Unbefugtes Verstellen

Die Justierung der Messeinrichtung muss gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen gesichert werden können.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bedienung des Messgerätes erfolgt über die frontseitige Bedientastatur oder über die RS232-Schnittstellen und Modem von einem externen Rechner aus. Das Menü „Setup“ ist bis auf den Unterpunkt Zeiteinstellung komplett über ein Passwort gesichert. Eine Veränderung der eingestellten Parameter ist ohne Kenntnis des Passwortes nicht möglich.

Eine Justierung der Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck sowie die Durchflussmessung im Menü „Test/Flow“ sowie der Sensoren zur Regelung der Probenahmeheizung im Menü „Test/Heater“ ist nur über mehrere Tastenfolgen möglich.

Es ist allerdings zu beachten, dass der laufende Messzyklus bei Betätigung der Tasten „Setup“, „Test“ oder „Tape“ unterbrochen wird und der nächste Messzyklus erst mit der folgenden vollen Stunde beginnt.

Da eine Aufstellung des Messgerätes im Freien nicht möglich ist, erfolgt ein zusätzlicher Schutz durch die Aufstellung an Orten, zu denen Unbefugte keinen Zutritt haben (z. B. verschlossener Messcontainer).

6.4 Auswertung

Unbeabsichtigtes Verstellen von Geräteparametern wird durch den Passwortschutz des Menüs „Setup“ verhindert. Die Justierung von Sensoren für die Durchflussmessung und den Betrieb der Probenahmeheizung kann nur über mehrere Tastenfolgen erfolgen. Ferner ergibt sich ein zusätzlicher Schutz vor unbefugtem Eingriff durch die Installation in einem verschlossenen Messcontainer.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung ist gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Verstellen von Geräteparametern gesichert. Die Messeinrichtung ist darüber hinaus in einem Messcontainer zu verschließen.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 4.1.7 Messsignalausgang

Die Messsignale müssen digital (z. B. RS 232) und/oder analog (z. B. 4 mA bis 20 mA) angeboten werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

PC mit Software „HyperTerminal“, Datenlogger Yokogawa (für Analogsignal)

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte unter Verwendung einer elektronischen Datenerfassungsanlage vom Typ Yokogawa (Analogausgang, nur Test im Labor) und einem PC mit Software „HyperTerminal“ (Digitalausgang, serielle Schnittstellen RS 232 #1 & #2).

Die Datenerfassungsanlagen wurden an Analog- sowie Digitalausgang angeschlossen. Die Prüfung erfolgte durch Vergleich der Messwerte aus Geräteanzeige, Analog- und Digitalausgang im Labor.

6.4 Auswertung

Die Messsignale werden auf der Geräterückseite folgendermaßen angeboten:

Analog:	0-1 bzw. 10 V bzw. 0 -16 mA / 4 -20 mA wählbar	Konzentrationsbereich
Digital:	über 2xRS 232-Schnittstelle – über die direkte oder mit einem Modem hergestellte Verbindung zu einem Rechner, lässt sich das Gerät komplett steuern – so lässt sich z. B. der Speicher mit allen Daten zu vergangenen Messungen auslesen (Serielle Schnittstelle #1).	

Die ermittelten Messwerte wurden sowohl analog wie auch digital in Übereinstimmung zum angezeigten Wert im Gerätespeicher ausgegeben.

6.5 Bewertung

Die Messsignale werden analog (0-1 bzw. 10 V oder 0 – 16 mA / 4 -20 mA) und digital (über RS 232) angeboten.

Der Anschluss von zusätzlichen Mess- und Peripheriegeräten ist über entsprechende Anschlüsse an den Geräten möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Abbildung 33 zeigt eine Ansicht der Geräterückseite mit den jeweiligen Messwertausgängen.

Abbildung 33: Ansicht Geräterückseite BAM-1020

6.1 4.2 Anforderungen an Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz

Messeinrichtungen für den mobilen Einsatz müssen die Anforderungen an Messeinrichtungen für den stationären Einsatz auch im mobilen Einsatz erfüllen. Beim mobilen Einsatz von Messeinrichtungen, beispielsweise Messungen im fließenden Verkehr, zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten oder Flugzeugmessungen, muss die ständige Betriebsbereitschaft sichergestellt sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren Feldteststandorten getestet.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtungen wurden für einen festen Einbau in einer Messstation / einem Messcontainer konzipiert. Ein ortsveränderlicher Einsatz ist nur in Verbindung mit einem Messcontainer möglich.

Die ständige Betriebsbereitschaft für zeitlich begrenzte Messungen an verschiedenen Orten ist bei Beachtung der Aufstellungsbedingungen (Auswahl Messstelle, Infrastruktur) sichergestellt.

Für einen mobilen Einsatz sind neben den Aufstellungsbedingungen auch die Rüst- und Einlaufzeiten zu beachten.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung wurde im Rahmen des Feldtestes an mehreren verschiedenen Standorten betrieben; kann aber nicht in fahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden.

Mindestanforderung erfüllt? nein

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.1 Allgemeines

Herstellerangaben der Betriebsanleitung dürfen den Ergebnissen der Eignungsprüfung nicht widersprechen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ergebnisse der Prüfungen werden mit den Angaben im Handbuch verglichen.

6.4 Auswertung

Die gefundenen Abweichungen zwischen dem ersten Handbuchsentwurf und der tatsächlichen Geräteausführung wurden behoben.

6.5 Bewertung

Differenzen zwischen Geräteausstattung und Handbüchern wurden nicht beobachtet.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Punkt 6.4 zu diesem Modul.

6.1 5.2.1 Messbereich

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung muss größer oder gleich dem Bezugswert B_2 sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob der Messbereichsendwert der Messeinrichtung größer oder gleich dem Bezugswert B_2 ist.

6.4 Auswertung

An der Messeinrichtung können die folgenden Messbereiche eingestellt werden: 0 – 0,100, 0 – 0,200, 0 – 0,250, 0 – 0,500, 0 – 1,000, 0 – 2,000, 0 – 5,000 sowie 0 – 10,000 mg/m³.

Während der Eignungsprüfung war der Messbereich 0 – 1,000 mg/m³ = 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt.

Messbereich: 0 – 1.000 µg/m³ (Standard)

Bezugswert: VDI: B_2 = 200 µg/m³.

6.5 Bewertung

Es ist standardmäßig ein Messbereich von 0 – 1.000 µg/m³ eingestellt. Andere Messbereiche im Bereich zwischen minimal 0 – 100 µg/m³ und maximal 0 – 10.000 µg/m³ sind möglich.

Der Messbereichsendwert der Messeinrichtung ist größer als der Bezugswert B_2

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.2 Negative Messsignale

Negative Messsignale bzw. Messwerte dürfen nicht unterdrückt werden (lebender Nullpunkt).

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Zur Prüfung dieser Mindestanforderung sind keine weiteren Hilfsmittel erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde im Labor- wie auch Feldtest geprüft, ob die Messeinrichtung auch negative Messwerte ausgeben kann.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung kann sowohl über Display wie auch über Analog- und Digitalausgänge negative Werte ausgeben.

6.5 Bewertung

Negative Messsignale werden von der Messeinrichtung direkt angezeigt und über die entsprechenden Messsignalausgänge korrekt ausgegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.1 5.2.3 Analysenfunktion

Der Zusammenhang zwischen dem Ausgangssignal und dem Wert des Luftbeschaffenheitsmerkmals muss mit Hilfe der Analysenfunktion darstellbar sein und durch Regressionsrechnung ermittelt werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM2,5-Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] durchzuführen.

6.4 Auswertung

Die Vergleichbarkeit der Messeinrichtungen gemäß Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] wurde im Rahmen der Prüfung nachgewiesen.

Zur Bestimmung der Kalibrier- bzw. Analysenfunktion wird auf den gesamten Datensatz (251 valide Wertepaare für SN 17010 und 253 valide Wertepaare für SN 17011) zurückgegriffen.

Die Kennwerte der Kalibrierfunktion

$$y = m * x + b$$

wurden durch orthogonale Regression ermittelt. Die Analysenfunktion ist die Umkehrung der Kalibrierfunktion. Sie lautet:

$$x = 1/m * y - b/m$$

Die Steigung m der Regressionsgeraden charakterisiert die Empfindlichkeit des Messgerätes, der Ordinatenabschnitt b den Nullpunkt.

Es ergeben sich die in Tabelle 8 aufgeführten Kennwerte.

Tabelle 8: Ergebnisse der Kalibrier- und Analysenfunktion

Geräte-Nr.	Kalibrierfunktion		Analysenfunktion	
	Y = m * x + b		x = 1/m * y - b/m	
	m	b	1/m	b/m
	µg/m³ / µg/m³	µg/m³	µg/m³ / µg/m³	µg/m³
SN 17010	0,969	0,989	1,032	1,021
SN 17011	1,041	0,377	0,961	0,362

6.5 Bewertung

Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Referenzmessverfahren und der Geräteanzeige konnte nachgewiesen werden.

Die Prüflinge erfüllen jedoch die Kriterien der Äquivalenzprüfung gemäß Punkt 7 dieses Berichtes ohne eine Anwendung der ermittelten Analysenfunktion mit den als Werkeinstellung in den Prüflingen implementierten Kalibrierfaktoren.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

siehe Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

6.1 5.2.4 Linearität

Die Linearität gilt als gesichert, wenn die Abweichung der Gruppenmittelwerte der Messwerte von der Kalibrierfunktion (nach Abschnitt 5.2.1) im Bereich von Null bis B_1 nicht mehr als 5 % von B_1 und im Bereich von Null bis B_2 nicht mehr als 1 % von B_2 beträgt.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

siehe Modul 5.3.1.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit des Probenahmesystems“ durchzuführen.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.3.1.

6.5 Bewertung

Für Staubmesseinrichtungen ist diese Prüfung nach der Mindestanforderung 5.3.1 „Gleichwertigkeit der Probenahmesysteme“ durchzuführen.

Siehe Modul 5.3.1.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.3.1.

6.1 5.2.5 Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze der Messeinrichtung darf den Bezugswert B_0 nicht überschreiten. Die Nachweisgrenze ist im Feldtest zu ermitteln.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302 zur Nullpunktsüberprüfung

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Bestimmung der Nachweisgrenze erfolgten bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 durch den Betrieb der Messeinrichtung mit jeweils an beiden Messgeräteeinlässen installiertem Null-Filtern. Die Aufgabe von schwebstaubfreier Probenluft erfolgte über 15 Tage für die Dauer von jeweils 24 h. Die Ermittlung der Nachweisgrenze erfolgte im Labor, da unter Feldbedingungen eine Bereitstellung von schwebstaubfreier Luft über den langen Zeitraum nicht möglich war.

6.4 Auswertung

Die Nachweisgrenze X wird aus der Standardabweichung s_{x0} der Messwerte bei Ansaugung von schwebstaubfreier Probenluft durch beide Testgeräte ermittelt. Sie entspricht der mit Studentfaktor multiplizierten Standardabweichung des Mittelwertes x_0 der Messwerte x_{0i} für das jeweilige Testgerät:

$$X = t_{n-1;0,95} \cdot s_{x0} \qquad \text{mit} \cdot s_{x0} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Bezugswert: $B_0 = 2\ \mu g/m^3$

6.5 Bewertung

Die Nachweisgrenze ermittelte sich aus den Untersuchungen zu 1,33 µg/m³ für Gerät 1 (SN 17010) und zu 1,09 µg/m³ für Gerät 2 (SN 17011).

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 9: Nachweisgrenze

		Gerät SN 17010	Gerät SN 17011
Anzahl der Werte n		15	15
Mittelwert der Leerwerte $\overline{x_0}$	µg/m³	-0,55	-1,09
Standardabweichung der Werte s_{x0}	µg/m³	0,62	0,51
Student-Faktor $t_{n-1;0,95}$		2,14	2,14
Nachweisgrenze X	µg/m³	**1,33**	**1,09**

Die Einzelmesswerte zur Bestimmung der Nachweisgrenze können der Anlage 1 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.6 Einstellzeit

Die Einstellzeit (90%-Zeit) der Messeinrichtung darf nicht mehr als 5 % der Mittelungszeit (180 s) betragen.

Gemäß VDI 4203 Blatt 3 unter Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.7 Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Nullpunkt-Messwertes darf bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 bis +40 °C, Nullfilter-Kit BX-802 zur Nullpunktsüberprüfung.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur wurden die vollständigen Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Den beiden Testgeräten SN 17010 und SN 17011 wurde durch Montage von Null-Filtern an jeweils beiden Geräteeinlässen schwebstaubfreie Probenluft zugeführt. Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – 20 °C – 40 °C – 20 °C variiert. Nach einer Äquilibrierzeit von ca. 24 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte am Nullpunkt (pro Temperaturstufe 3 x). Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Es wurden die Messwerte für die Konzentration der jeweils 24-stündigen Einzelmessungen ausgelesen und ausgewertet. Betrachtet wird die absolute Abweichung in µg/m³ pro Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt von 20 °C.

Bezugswert: B_0 = 2 µg/m³.

6.5 Bewertung

Bei Betrachtung der vom Gerät ausgegebenen Werte konnte ein maximaler Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Nullpunkt von -1,6 µg/m³ festgestellt werden.

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden -1,2 µg/m³ für SN 17010 und -1,6 µg/m³ für SN 17011 eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 10: Abhängigkeit des Nullpunktes von der Umgebungstemperatur, Abweichung in µg/m³, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichung	
Anfangstemperatur	Endtemperatur	Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
°C	°C	µg/m³	µg/m³
20	5	0,3	1,0
5	20	-1,2	0,4
20	40	-1,0	-1,6
40	20	0,6	0,2

Die Ergebnisse der 3 Einzelmessungen können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.8 Abhängigkeit des Messwertes von der Umgebungstemperatur

Die Temperaturabhängigkeit des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf nicht mehr als ± 5 % des Messwertes bei einer Änderung der Umgebungstemperatur um 15 K im Bereich zwischen +5 °C und +20 °C bzw. 20 K im Bereich zwischen +20 °C und +40 °C betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Klimakammer für den Temperaturbereich +5 bis +40 °C, eingebaute Referenzfolie

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Umgebungstemperatur wurden die Messeinrichtungen in der Klimakammer betrieben. Bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 wurde zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Die Umgebungstemperaturen in der Klimakammer wurden in der Reihenfolge 20 °C – 5 °C – – 20 °C – 40 °C – 20 °C in dreifacher Wiederholung variiert. Nach einer jeweiligen Äquilibrierzeit von ca. 6 h pro Temperaturstufe erfolgte die Aufnahme der Messwerte. Die relative Feuchte wurde konstant gehalten.

6.4 Auswertung

Betrachtet wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massenwertes (eingebaute Referenzfolie) für jeden Temperaturschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 20 °C.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der eingebauten Referenzfolie nur Massendichtewerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 25 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Es konnten für Gerät 1 (SN 17010) keine Abweichungen > 0,2 % und für Gerät 2 (SN 17011) keine Abweichungen > 0,3 % zum Ausgangswert bei 20 °C ermittelt werden.

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 0,05 µg/m³ für SN 17010 (= 0,2 % von 25 µg/m³) und 0,08 µg/m³ für SN 17011 (= 0,3 % von 25 µg/m³) eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 11: Abhängigkeit der Empfindlichkeit (Radiometrie) von der Umgebungstemperatur SN 17010 / SN 17011, Abweichung in %, Mittelwert aus drei Messungen

Temperatur		Abweichungen	
		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Anfangstemperatur °C	Endtemperatur °C	eingebaute Referenzfolie %	eingebaute Referenzfolie %
20	5	0,0	0,0
5	20	0,0	0,1
20	40	0,2	0,3
40	20	0,0	0,0

Die Einzelergebnisse können der Anlage 2 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.9 Nullpunktsdrift

Die zeitliche Änderung des Nullpunkt-Messwertes darf in 24 h und im Wartungsintervall den Bezugswert B_0 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 20 Monaten.

Die Messeinrichtungen wurden deshalb im Rahmen eines regelmäßigen Checks ca. einmal pro Monat (inkl. zu Beginn und zum Ende jedes Standortes) mit Null-Filter an den Geräteeinlässen für einen Zeitraum jeweils mindestens 24 h betrieben und die gemessenen Nullwerte ausgewertet.

Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Nullpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung des Nullpunktes der radiometrischen Messung möglich. Dabei werden die bei jedem Messzyklus auf einem sauberen Filterbandfleck ermittelten Zählraten I_1 bzw. I_{1X} ausgewertet (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch in Abbildung 36 und in Abbildung 37 eine grafische Darstellung der Ergebnisse für den Prüfling SN 17011 am Standort Köln (Winter).

Die Auswertung der internen Nullpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf Basis der Messergebnisse der regelmäßigen externen sowie internen Nullpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

6.5 Bewertung

Die gefundenen Messwerte liegen im Wartungsintervall alle innerhalb der erlaubten Grenzen von B_0 = 2 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 1,8 µg/m³ für SN 17010 und 1,6 µg/m³ für SN 17011 eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 12 und Tabelle 13 enthalten die ermittelten Messwerte für den Nullpunkt und die errechneten Abweichungen bezogen auf den Vorgängerwert und bezogen auf den Startwert in µg/m³.
Abbildung 34 und Abbildung 35 zeigen eine grafische Darstellung der Nullpunktsdrift über den Untersuchungszeitraum.

Tabelle 12: Nullpunktdrift SN 17010, mit Nullfilter

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
24.07.2008	1,4	-	-
18.08.2008	-0,8	-2,2	-2,2
23.09.2008	1,0	1,7	-0,4
16.10.2008	1,8	0,8	0,3
10.11.2008	-0,1	-1,8	-1,5
03.12.2008	-1,2	-1,2	-2,7
07.01.2009	0,4	1,6	-1,0
02.02.2009	-0,7	-1,1	-2,1
04.03.2009	-1,5	-0,8	-2,9
02.04.2009	0,2	1,7	-1,2
13/14.08.2009	0,1	-0,1	-1,3
14.09.2009	-0,1	-0,2	-1,5
23.10.2009	-0,1	0,0	-1,5
07.12.2009	0,9	1,0	-0,5
04.01.2010	0,4	-0,5	-1,0
05.02.2010	-0,3	-0,7	-1,7

Tabelle 13: Nullpunktdrift SN 17011, mit Nullfilter

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
24.07.2008	-1,3	-	-
18.08.2008	-1,1	0,2	0,2
23.09.2008	-0,6	0,4	0,6
16.10.2008	-0,8	-0,1	0,5
10.11.2008	-0,2	0,6	1,1
03.12.2008	-0,3	-0,1	1,0
07.01.2009	0,7	0,9	1,9
02.02.2009	-0,4	-1,1	0,8
04.03.2009	-1,1	-0,7	0,2
02.04.2009	0,4	1,5	1,6
13/14.08.2009	-1,3	-1,6	0,0
14.09.2009	0,3	1,6	1,6
23.10.2009	-0,2	-0,6	1,0
07.12.2009	0,5	0,8	1,8
04.01.2010	0,8	0,3	2,1
05.02.2010	1,6	0,8	2,9

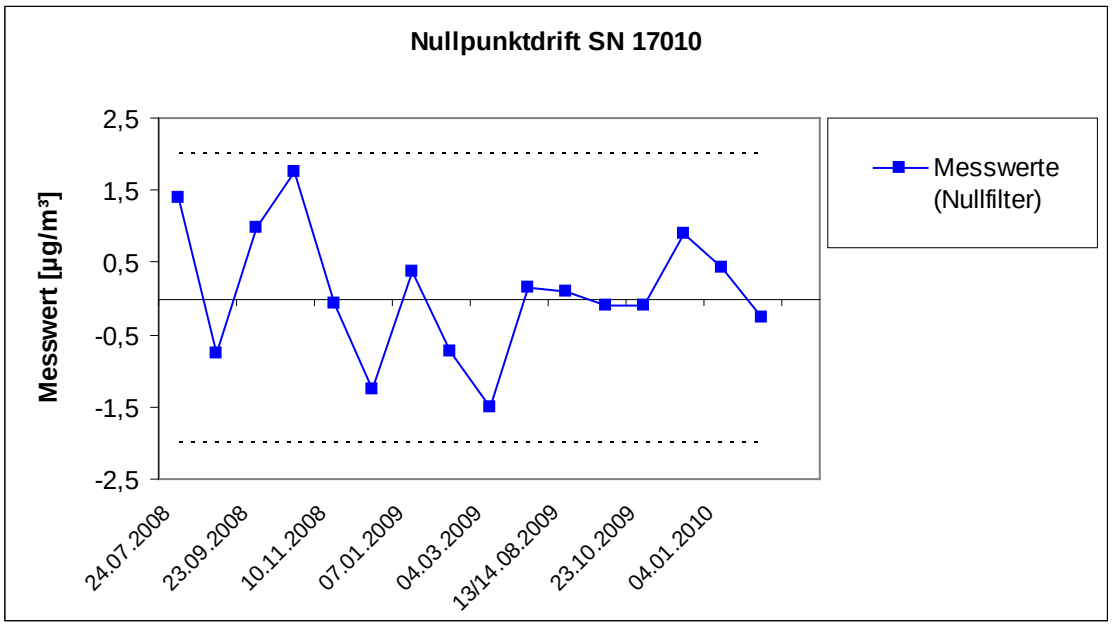


Abbildung 34: Nullpunktdrift SN 17010

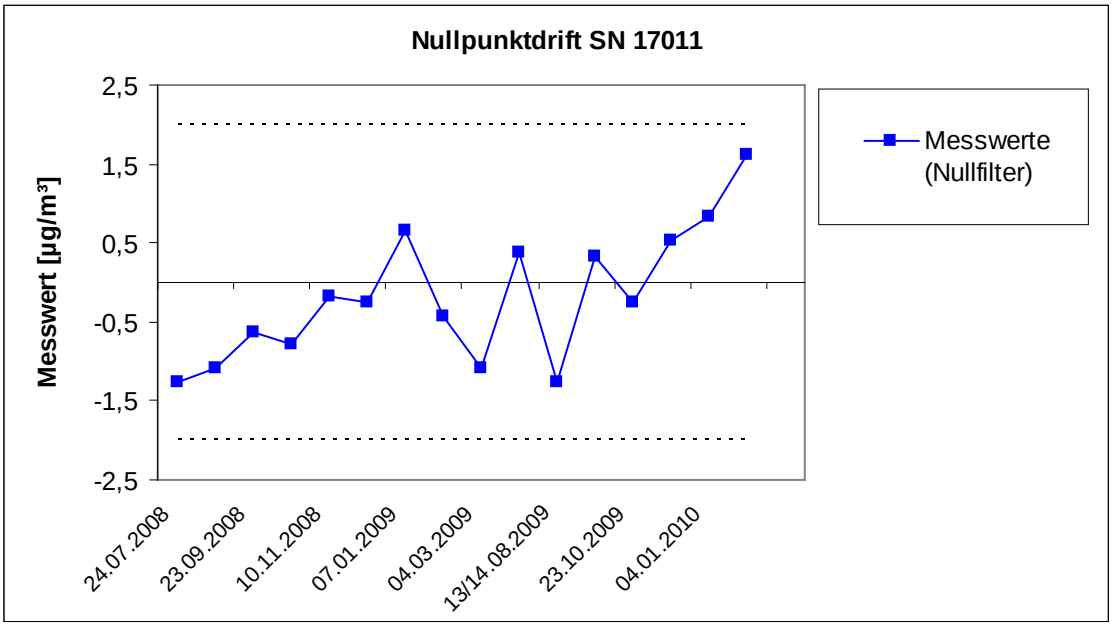


Abbildung 35: Nullpunktdrift SN 17011

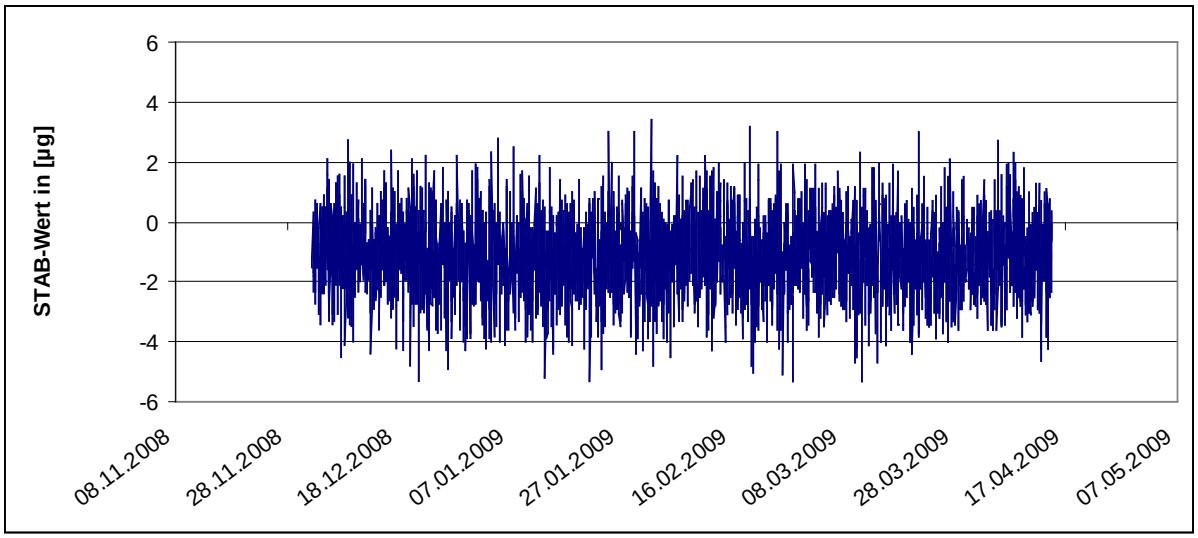


Abbildung 36: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus (1 x pro Stunde)

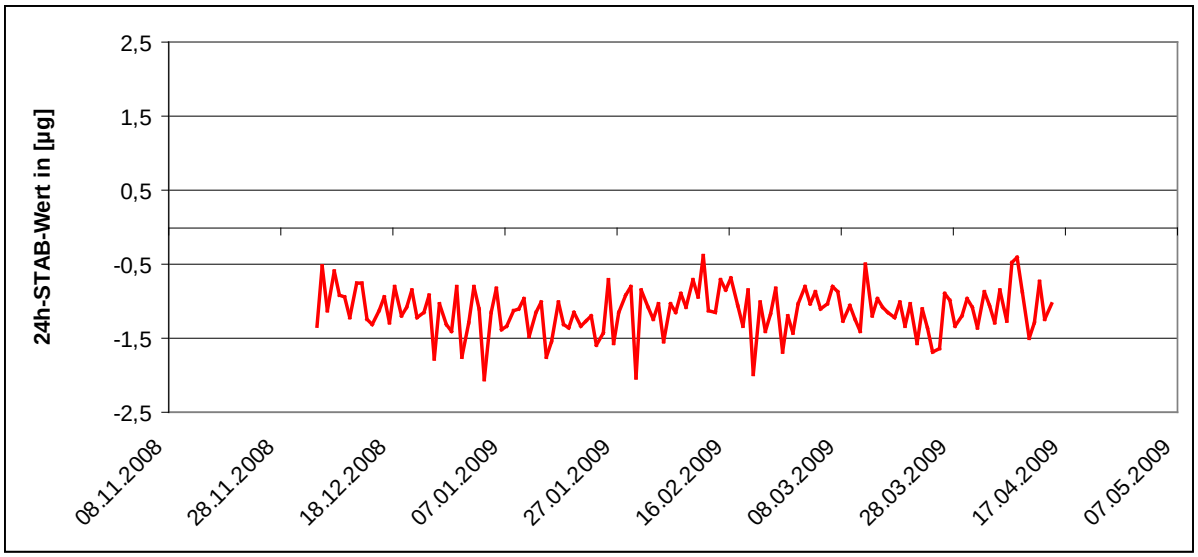


Abbildung 37: Interne Nullpunktskontrolle, SN 17011, Köln (Winter), 24h-Mittelwerte der Stabilitäts-Messwerte aus jedem Zyklus

6.1 5.2.10 Drift des Messwertes

Die zeitliche Änderung des Messwertes im Bereich des Bezugswertes B_1 darf in 24 Stunden und im Wartungsintervall ± 5 % von B_1 nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Eingebaute Referenzfolie.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgte im Rahmen des Feldtestes über einen Gesamtzeitraum von insgesamt ca. 20 Monaten.

Die im Prüfkatalog geforderte tägliche Referenzpunktskontrolle ist bei dieser Staubmesseinrichtung prinzipiell durch Auswertung der geräteinternen Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit möglich. Dabei wird auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massendichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Im Rahmen der Prüfung wurde auf die tägliche Auswertung des Gesamtdatensatzes aus Praktikabilitätsgründen (große Datenmenge) verzichtet. Exemplarisch erfolgte jedoch eine Auswertung und grafische Darstellung der Ergebnisse für die Zeiträume, während denen die Geräte parallel mit Nullfilter betrieben wurden (ca. 1 x pro Monat).

Die Auswertung der internen Referenzpunktmessung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs.

6.4 Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf Basis der Messergebnisse der internen Referenzpunktmessung durch Vergleich der jeweiligen Werte mit den jeweiligen „Messwerten“ des vorherigen Tests und mit dem „Messwert“ des ersten Tests.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massenwerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 25 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtung führt während jedem Messzyklus eine regelmäßige geräteinterne Überprüfung der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung durch. Diese Überprüfung führt zu keinerlei Unterbrechung des laufenden Messbetriebs. Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Werte für die Drift der Empfindlichkeit betrugen im Wartungsintervall maximal 0,5 % (SN 17010) bzw. -0,5 % (SN 17011).

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 0,13 µg/m³ für SN 17010 (= 0,5 % von 25 µg/m³) und -0,13 µg/m³ für SN 17011 (= -0,5 % von 25 µg/m³) eingesetzt.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 14 und Tabelle 15 sind die Abweichungen der Messwerte in % vom jeweiligen Vorgängerwert aufgeführt. Abbildung 38 und Abbildung 39 zeigen eine grafische Darstellung der Drift der Messwerte (bezogen auf den Vorgängerwert).

Tabelle 14: Empfindlichkeitsdrift SN 17010

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/cm²	%	%
24.07.2008	830,2	-	-
18.08.2008	828,6	-0,2	-0,2
23.09.2008	829,3	0,1	-0,1
16.10.2008	829,1	0,0	-0,1
10.11.2008	828,5	-0,1	-0,2
03.12.2008	829,7	0,1	0,0
07.01.2009	830,2	0,1	0,0
02.02.2009	828,5	-0,2	-0,2
04.03.2009	828,1	0,0	-0,2
02.04.2009	828,8	0,1	-0,2
13/14.08.2009	833,2	0,5	0,4
14.09.2009	833,7	0,1	0,4
23.10.2009	833,7	0,0	0,4
07.12.2009	833,9	0,0	0,4
04.01.2010	832,6	-0,2	0,3
05.02.2010	833,4	0,1	0,4

Tabelle 15: Empfindlichkeitsdrift SN 17011

Datum	Messwert	Abweichung zum Vorgängerwert	Abweichung zum Startwert
	µg/cm²	%	%
24.07.2008	824,4	-	-
18.08.2008	826,4	0,2	0,2
23.09.2008	822,3	-0,5	-0,3
16.10.2008	822,1	0,0	-0,3
10.11.2008	822,3	0,0	-0,3
03.12.2008	822,2	0,0	-0,3
07.01.2009	823,2	0,1	-0,1
02.02.2009	822,1	-0,1	-0,3
04.03.2009	822,2	0,0	-0,3
02.04.2009	822,3	0,0	-0,3
13/14.08.2009	825,6	0,4	0,1
14.09.2009	829,4	0,5	0,6
23.10.2009	829,8	0,0	0,6
07.12.2009	828,7	-0,1	0,5
04.01.2010	828,8	0,0	0,5
05.02.2010	828,7	0,0	0,5

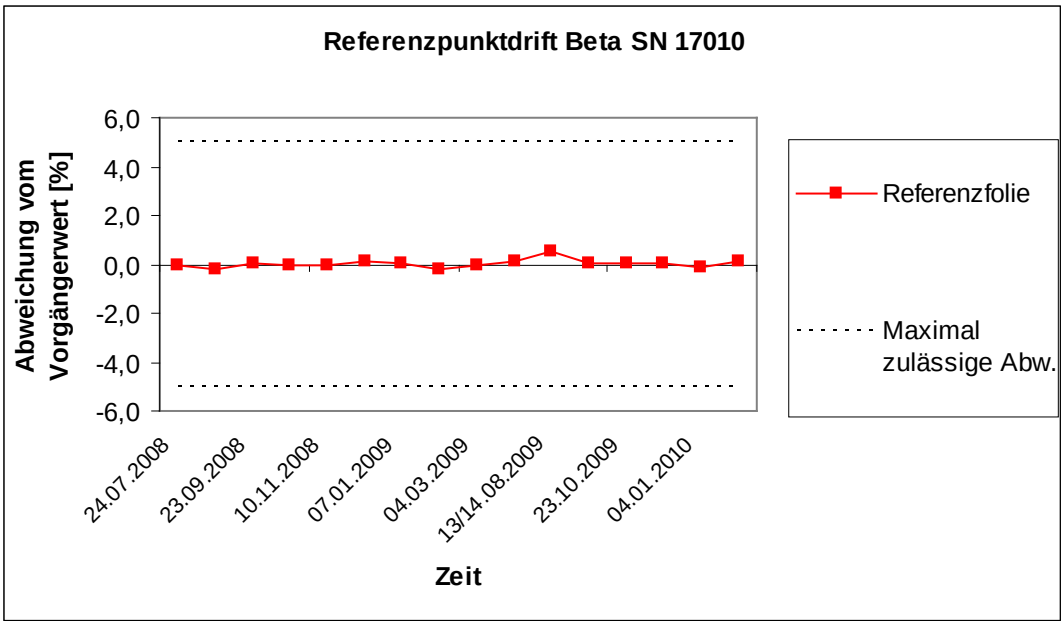


Abbildung 38: Drift des Messwertes SN 17010

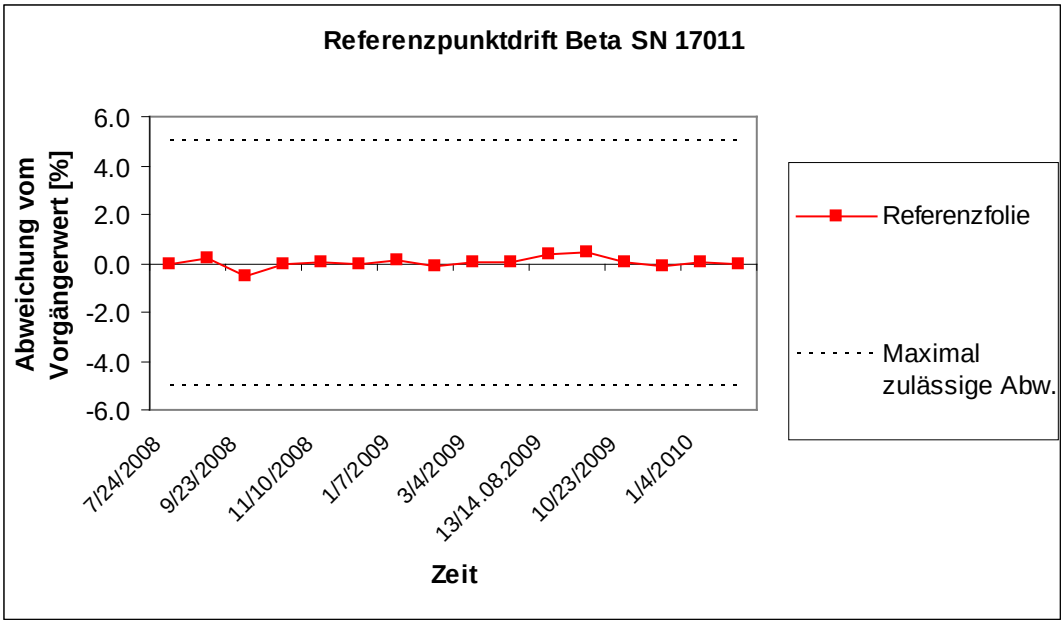


Abbildung 39: Drift des Messwertes SN 17011

6.1 5.2.11 Querempfindlichkeit

Die Absolutwerte der Summen der positiven bzw. negativen Abweichungen aufgrund von Störeinflüssen durch die Querempfindlichkeit gegenüber im Messgut enthaltenen Begleitstoffen dürfen im Bereich des Nullpunktes nicht mehr als B_0 und im Bereich von B_2 nicht mehr als 3 % von B_2 betragen. Die Konzentration des Begleitstoffes wird im Bereich des jeweiligen B_2-Wertes des Begleitstoffes eingesetzt. Sind keine entsprechenden Bezugswerte bekannt, so ist ein geeigneter Bezugswert durch das Prüfinstitut im Einvernehmen mit den anderen Prüfinstituten festzulegen und anzugeben.

Für Staubmesseinrichtungen ist dieser Punkt nicht relevant. Es gilt die Mindestanforderung 5.3.4. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich deshalb im Modul 5.3.4.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.12 Reproduzierbarkeit

Die Reproduzierbarkeit R_D der Messeinrichtung ist aus Doppelbestimmungen mit zwei baugleichen Messeinrichtungen zu ermitteln und darf den Wert 10 nicht unterschreiten. Als Bezugswert ist B_1 zu verwenden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei der Ermittlung der Reproduzierbarkeit kamen zusätzlich die in Kapitel 5 genannten Messeinrichtungen zum Einsatz.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Reproduzierbarkeit ist definiert als der Betrag, um den sich zwei zufällig ausgewählte Einzelwerte, die unter Vergleichsbedingungen gewonnen wurden, höchstens unterscheiden. Die Reproduzierbarkeit wurde mit zwei identischen und parallel betriebenen Geräten im Feldtest bestimmt. Dazu wurden Messdaten aus der gesamten Felduntersuchung herangezogen.

6.4 Auswertung

Die Reproduzierbarkeit berechnet sich wie folgt:

$$R = \frac{B_1}{U} \geq 10 \qquad \text{mit} \qquad U = \pm s_D \cdot t_{(n;0,95)} \qquad \text{und} \qquad s_D = \sqrt{\frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

- R = Reproduzierbarkeit bei B_1
- U = Unsicherheit
- B_1 = 25 µg/m³
- s_D = Standardabweichung aus Doppelbestimmungen
- n = Anzahl der Doppelbestimmungen
- $t_{(n;0,95)}$ = Studentfaktor für 95%ige Sicherheit
- x_{1i} = Messsignal des Gerätes 1 (z.B. SN 17010) bei der i-ten Konzentration
- x_{2i} = Messsignal des Gerätes 2 (z.B. SN 17011) bei der i-ten Konzentration

.

6.5 Bewertung

Die Reproduzierbarkeit betrug im Feldtest für den Gesamtdatensatz 10.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurde ein Wert für die Reproduzierbarkeit von 10 (alle Standorte) eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tabelle 16 zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 45 bis Abbildung 50.

Anmerkung: Die ermittelten Unsicherheiten werden auf den Bezugswert B_1 für jeden Standort bezogen:

Tabelle 16: Konzentrationsmittelwerte, Standardabweichung, Unsicherheitsbereich und Reproduzierbarkeit im Feld

Standort	Anzahl	$\overline{c}$ (SN 17010)	$\overline{c}$ (SN 17011)	$\overline{c}_{ges}$	s_D	t	U	R
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³		µg/m³	
Teddington (Sommer)	97	11,2	10,5	10,9	1,055	1,985	2,09	12
Köln (Winter)	127	24,4	25,7	25,1	1,704	1,979	3,37	7
Bornheim (Sommer)	66	12,9	13,4	13,2	1,110	1,997	2,22	11
Teddington (Winter)	55	15,5	16,6	16,1	0,941	2,004	1,89	13
Alle Standorte	345	17,1	17,6	17,4	1,338	1,967	2,63	10

- $\overline{c}$ (SN 17010): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 17010
- $\overline{c}$ (SN 17011): Mittelwert der Konzentrationen Gerät SN 17011
- $\overline{c}_{ges}$: Mittelwert der Konzentrationen der Geräte SN 17010 & SN 17011

Einzelwerte können der Anlage 4 des Anhangs entnommen werden.

6.1 5.2.13 Stundenwerte

Das Messverfahren muss die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglichen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung von Stundenmittelwerten ermöglicht.

6.4 Auswertung

Gemäß der gültigen Richtlinie [7] sind die Grenzwerte für Feinstaub PM_X auf einen minimalen Mittelungszeitraum von 24 Stunden bezogen. Eine Bildung von Stundenmittelwerten ist deshalb für Messeinrichtungen zur Überwachung dieses Grenzwertes nicht erforderlich. Die geprüfte Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min und gibt somit jede Stunde einen neuen Messwert aus. Die Messeinrichtung ermöglicht dadurch eine Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung.

6.5 Bewertung

Die Bildung von Stundenwerten für die Komponente Feinstaub PM2,5 ist zur Überwachung der einschlägigen Grenzwerte nicht erforderlich, aber möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In den nachfolgenden Abbildungen sind der Verlauf der Schwebstaubkonzentrationen im Zeitraum vom 09.03.2009 bis 28.03.2009 (Köln, Parkplatzgelände) sowie die Korrelation zwischen den beiden Prüflingen auf Basis von 1 h-Mittelwerten dargestellt. Es zeigt sich in den Grafiken die prinzipielle Eignung der Messeinrichtung zur Online-Erfassung der Partikelkonzentrationen mit stündlicher Auflösung und damit die Möglichkeit zur Bereitstellung von Informationen über die Zeitverläufe von Schwebstaubkonzentrationen.

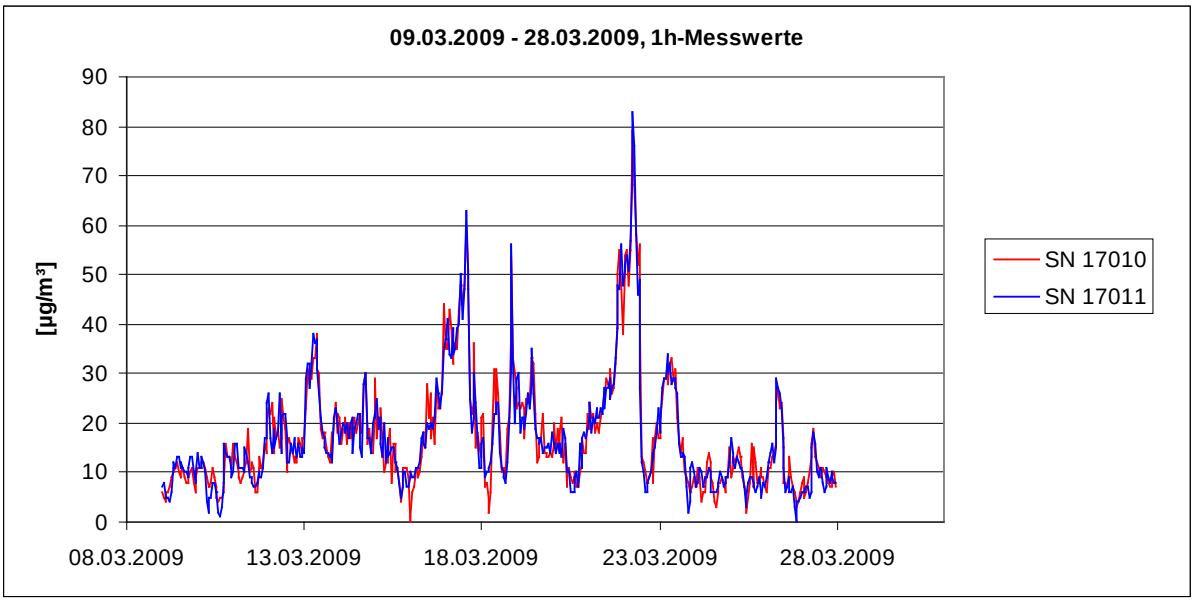


Abbildung 40: Zeitlicher Verlauf der Schwebstaubkonzentration PM2,5 vom 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Mittelwerte

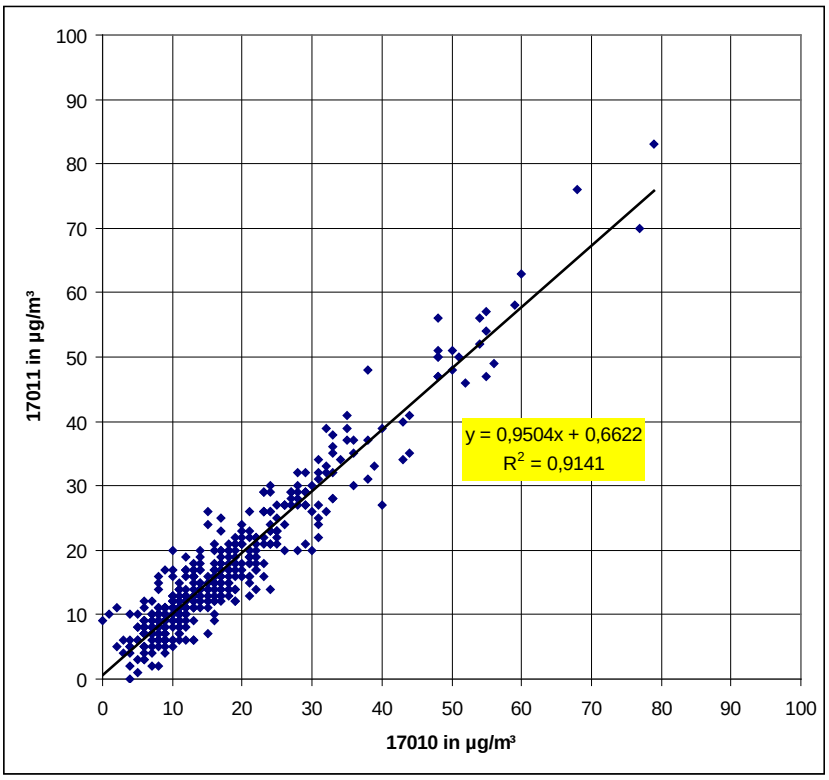


Abbildung 41: SN 17010 vs. SN 17011, 09.03.2009 bis 28.03.2009, 1 h-Messwerte

6.1 5.2.14 Netzspannung und Netzfrequenz

Die Änderung des Messwertes beim Bezugswert B_1 durch die im elektrischen Netz üblicherweise auftretende Änderung der Spannung im Intervall (230 +15/-20) V darf nicht mehr als B_0 betragen. Weiterhin darf im mobilen Einsatz die Änderung des Messwertes durch Änderung der Netzfrequenz im Intervall (50 ± 2) Hz nicht mehr als B_0 betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Trennstelltrafo, eingebaute Referenzfolien.

6.3 Durchführung der Prüfung

Zur Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzspannung wurde die Netzspannung ausgehend von 230 V auf 210 V reduziert und anschließend über die Zwischenstufe 230 V auf 245 V erhöht.

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messwerte von der Netzspannung wurde bei den Testgeräten SN 17010 und SN 17011 zur Überprüfung der Stabilität der Empfindlichkeit der radiometrischen Messung auf die bei jedem Messzyklus ermittelten Zählraten I_1 (sauberer Filterfleck) bzw. I_2 (sauberer Filterfleck + eingefahrene Referenzfolie) zurückgegriffen (siehe auch unter Punkt 3.2 Funktionsweise der Messeinrichtung). Aus den ermittelten Zählraten wird geräteintern die Massedichte m [µg/cm²] der Referenzfolie berechnet.

Da der mobile Einsatz der Messeinrichtung nicht vorgesehen ist, wurde auf die gesonderte Untersuchung der Abhängigkeit des Messsignals von der Netzfrequenz verzichtet.

6.4 Auswertung

Am Referenzpunkt wird die prozentuale Änderung des ermittelten Massenwertes (Radiometrie) für jeden Prüfschritt bezogen auf den Ausgangspunkt bei 230 V betrachtet.

Als Anmerkung sei erwähnt, dass mit Hilfe der Referenzfolie nur Massendichtewerte und keine Konzentrationswerte simuliert werden konnten, eine Betrachtung im Bereich des B_1 (= 25 µg/m³) war aus diesem Grunde nicht möglich.

6.5 Bewertung

Die Bewertung der Mindestanforderungen erfolgte auf Basis der oben genannten Angaben.

Durch Netzspannungsänderungen konnten keine Abweichungen > 0,1 % bei Gerät 1 (SN 17010) bzw. > -0,1 % bei Gerät 2 (SN 17011), bezogen auf den Startwert von 230 V, festgestellt werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wurden 0,03 µg/m³ für SN 17010 (= 0,1 % von 25 µg/m³) und -0,03 µg/m³ für SN 17011 (= -0,1 % von 25 µg/m³) eingesetzt.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 17 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der Prüfergebnisse.

Tabelle 17: Abhängigkeit des Messwertes von der Netzspannung, Abweichung in %

Netzspannung		Abweichung	
		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Anfangsspannung	Endspannung	Referenzfolie	Referenzfolie
V	V	%	%
230	210	0,1	0,0
210	230	0,0	-0,1
230	245	0,0	0,0
245	230	0,1	-0,1

Die Einzelergebnisse können der Anlage 3 im Anhang entnommen werden.

6.1 5.2.15 Stromausfall

Bei Gerätestörungen und bei Stromausfall muss ein unkontrolliertes Ausströmen von Betriebs- und Kalibriergas unterbunden sein. Die Geräteparameter sind durch eine Pufferung gegen Verlust durch Netzausfall zu schützen. Bei Spannungswiederkehr muss das Gerät automatisch wieder den messbereiten Zustand erreichen und gemäß der Betriebsvorgabe die Messung beginnen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde ein Stromausfall simuliert und geprüft, ob das Gerät unbeschädigt bleibt und nach Wiedereinschalten der Stromversorgung wieder messbereit ist.

6.4 Auswertung

Da die Messgeräte zum Betrieb weder Betriebs- noch Kalibriergase benötigen, ist ein unkontrolliertes Ausströmen von Gasen nicht möglich.

Im Falle eines Netzausfalles startet die Messeinrichtung mit Erreichen der nächsten vollen Stunde selbstständig den nächsten Messzyklus und somit wieder den Messbetrieb (siehe unter Punkt 6.1 4.1.4 Rüst- und Einlaufzeiten).

6.5 Bewertung

Alle Geräteparameter sind gegen Verlust durch Pufferung geschützt. Die Messeinrichtung befindet sich bei Spannungswiederkehr in störungsfreier Betriebsbereitschaft und führt selbstständig den Messbetrieb nach Erreichen der nächsten vollen Stunde wieder fort.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.16 Gerätefunktionen

Die wesentlichen Gerätefunktionen müssen durch telemetrisch übermittelbare Statussignale zu überwachen sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Modem, PC zur Datenerfassung (RS 232-Host-Gerät).

6.3 Durchführung der Prüfung

An die Messeinrichtung wurde ein Modem angeschlossen. Mittels Datenfernübertragung wurden u.a. die Statussignale des Gerätes erfasst.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung ermöglicht eine umfassende telemetrische Kontrolle und Steuerung der Messeinrichtung. Es stehen eine Reihe von Lese-, Schreib- und Steuerbefehlen zur Verfügung. Eine vollständige Übersicht enthält die die Bedienungsanleitung zur Messeinrichtung.

6.5 Bewertung

Die Messeinrichtungen können über ein Modem von einem externen Rechner aus umfassend überwacht und gesteuert werden.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.17 Umschaltung

Die Umschaltung zwischen Messung und Funktionskontrolle und/oder Kalibrierung muss telemetrisch durch rechnerseitige Steuerung und manuell auslösbar sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Messeinrichtung kann durch den Bediener am Gerät oder aber durch die telemetrische Fernbedienung überwacht sowie teilweise gesteuert werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und werden im Gerät abgespeichert bzw. über die serielle Schnittstelle ausgegeben.

Einige Funktionen wie z.B. die Durchführung des umfassenden Selbsttests der Messeinrichtung können nur am Gerät direkt ausgelöst werden.

6.4 Auswertung

Alle Bedienprozeduren können sowohl vom Bedienpersonal am Gerät als auch durch telemetrische Fernbedienung überwacht werden. Die internen Überprüfungen von Null- und Referenzpunkt sind integraler Bestandteil jedes Messzyklus und werden im Gerät abgespeichert bzw. über die serielle Schnittstelle ausgegeben.

6.5 Bewertung

Grundsätzlich können alle notwendigen Arbeiten zur Funktionskontrolle und Kalibrierung direkt am Gerät oder aber per telemetrischer Fernbedienung überwacht werden .

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.2.18 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung muss mindestens 90 % betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Start- und Endzeitpunkt der Verfügbarkeitsuntersuchungen werden durch den Start- bzw. Endzeitpunkt an jedem der vier Feldteststandorte bestimmt. Dazu werden alle Unterbrechungen der Prüfung, z. B. durch Störungen oder Wartungsarbeiten erfasst.

6.4 Auswertung

Tabelle 18 und Tabelle 19 zeigen eine Aufstellung der Betriebs-, Wartungs- und Störungszeiten. Die Messeinrichtungen wurden im Feldtest über einen Zeitraum von insgesamt 373 Messtagen betrieben. Dieser Zeitraum beinhaltet insgesamt 12 Tage mit Nullfilterbetrieb (siehe auch Anlage 4).

Ausfälle durch externe Einflüsse, die nicht dem Gerät angelastet werden können, wurden am 06.08.2008 und am 07.08.2008 (48 h wegen Stromausfall) registriert. Darüber hinaus waren alle Messeinrichtungen vom 17.10.2008 bis 20.10.2008 außer Betrieb genommen (bei SN 17011 zusätzlich 12.08.2009 (Reparatur SN 17010)). Dadurch reduziert sich die Gesamtbetriebszeit auf 367 (SN 17010) bzw. 366 (SN 17011) Messtage.

Es wurden folgende Gerätestörungen beobachtet:

Bei SN 17010 kam es zu 3 Tagen Ausfall auf Grund eines gerissenen Filterbandes. Zudem wurden zu Beginn des Standortes Bornheim Unregelmäßigkeiten (Spikes) in den Konzentrations- und den Stabilitätswerten (interne Nullmessung) registriert. Es stellte sich heraus, dass der Detektor (PMT) des Gerätes aus unbekannten Gründen für diese Spikes verantwortlich war. Der Detektor wurde am 12.08.2009 vor Ort getauscht. Die im Gerät implementierten Parameter zur Gerätekalibrierung blieben unangetastet. Die Probleme mit dem Detektor führten summa summarum zu einem Geräteausfall von 4 Tagen.

Bei SN 17011 kam es zu einem Tag Ausfall durch eine klemmende Referenzfolie sowie zu 2 Tagen Ausfall durch ein gerissenes Filterband.

Ansonsten wurden keine weiteren Gerätestörungen beobachtet.

Die regelmäßige Pflege der Probenahmeköpfe im Wartungsintervall, der Wechsel des Filterbandes (ca. alle 2 Monate) sowie die regelmäßige Überprüfung der Durchflussraten bzw. der Dichtigkeit führten jeweils zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Gerät (Ausfallzeit = 1 Zyklus). Die Durchführung dieser Tätigkeiten führte pro Gerät zu Ausfällen von weniger als 1 h pro Check (insgesamt 16 x im Test) und führen nicht zum Verwerfen des betroffenen Tagesmittelwertes.

6.5 Bewertung

Die Verfügbarkeit betrug für SN 17010 97,9 % und für SN 17011 99,0 % ohne prüfungsbedingte Ausfälle bzw. 94,6 % für SN 17010 sowie 95,7 % für SN 17011 inkl. prüfungsbedingter Ausfälle.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 18: Ermittlung der Verfügbarkeit (ohne prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Einsatzzeit	h	8808	8784
Ausfallzeit	h	168	72
Wartungszeit	h	16	16
Tatsächliche Betriebszeit	h	8624	8696
Verfügbarkeit	%	97,9	99,0

Tabelle 19: Ermittlung der Verfügbarkeit (inkl. prüfungsbedingte Ausfälle)

		Gerät 1 (SN 17010)	Gerät 2 (SN 17011)
Einsatzzeit	h	8808	8784
Ausfallzeit	h	168	72
Wartungszeit inkl. Nullfilter	h	288 + 16	288 + 16
Tatsächliche Betriebszeit	h	8336	8408
Verfügbarkeit	%	94,6	95,7

6.1 5.2.19 Konverterwirkungsgrad

Bei Messeinrichtungen mit einem Konverter muss dessen Wirkungsgrad mindestens 95 % betragen.

Gemäß der Richtlinie VDI 4203 Blatt 3 Punkt 5.3 ist dieser Prüfpunkt für Staubmesseinrichtungen mit Vorabscheidung mit physikalischer Messmethode zur Massenbestimmung nicht relevant.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? entfällt

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

6.1 5.2.20 Wartungsintervall

Das Wartungsintervall der Messeinrichtung ist zu ermitteln und anzugeben. Das Wartungsintervall sollte möglichst 28 Tage, muss jedoch mindestens 14 Tage betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Bei dieser Mindestanforderung wurde untersucht, welche Wartungsarbeiten in welchen Zeitabständen für eine einwandfreie Funktionsfähigkeit der Messeinrichtung erforderlich sind. Weiterhin wurden die Ergebnisse der Driftbestimmung für Null- und Referenzpunkt gemäß Modul 5.2.9 bzw. Modul 5.2.10 zur Ermittlung des Wartungsintervalls berücksichtigt.

6.4 Auswertung

Es konnten für die Messeinrichtungen über den gesamten Feldtestzeitraum keine unzulässigen Driften festgestellt werden. Das Wartungsintervall wird daher durch die anfallenden Wartungsarbeiten bestimmt (siehe hierzu auch Modul 4.1.2).

Innerhalb der Betriebszeit kann die Wartung im Wesentlichen auf die Kontrolle von Verschmutzungen, Plausibilitätschecks und etwaigen Status-/Fehlermeldungen beschränkt werden.

6.5 Bewertung

Das Wartungsintervall wird durch die notwendigen Wartungsarbeiten bestimmt und beträgt 1 Monat.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Die notwendigen Wartungsarbeiten können dem Modul 4.1.2 dieses Berichtes und dem Kapitel 7 des Bedienhandbuchs entnommen werden.

6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung ist zu ermitteln. Dieser ermittelte Wert darf die Vorgaben der EU-Tochterrichtlinien zur Luftqualität [G11 bis G13] nicht überschreiten.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde für Einzelwerte im Bereich der Konzentration des Kurzzeitimmissionsgrenzwertes und für Mittelwerte im Bereich der Konzentrationen des Langzeitimmissionsgrenzwertes ermittelt. Die in der Eignungsprüfung ermittelten Verfahrensgrößen der Messeinrichtungen wurden zusammengestellt.

Es werden die folgenden Bezugswerte angesetzt:

Kurzzeitimmissionsgrenzwert:

PM2,5 35 µg/m³ (Quelle: EN 14907, Punkt 9.4 in Verbindung mit Tabelle 2)

Langzeitimmissionsgrenzwert:

PM2,5 25 µg/m³

6.4 Auswertung

Die erweiterte Gesamtunsicherheit der Messeinrichtung wurde gemäß VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, Anhang C [1] ermittelt.

Bewertung

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheiten wurden die Einzelergebnisse zu den jeweiligen Prüfpunkten zusammenfassend bewertet. Soweit aus den einzelnen Untersuchungen mehrere unabhängige Ergebnisse zur Verfügung standen, wurde der jeweils ungünstigste Wert eingesetzt.

Die Gesamtunsicherheiten ergaben sich zu 14,64 % bzw. 15,29 % für U(c) und 10,05 % bzw. 12,35 % für $U(\bar{c})$.

Einzelwerte können Tabelle 20 bis Tabelle 23 entnommen werden. Die erreichten Werte liegen alle unterhalb der geforderten Gesamtunsicherheiten von 25 %.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 20: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 35 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17010	**Anforderung**	**Ergebnis**		**Unsicherheit u**	**Quadrat der Unsicherheit u²**
				µg/m³	(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	10		2,00	4,00
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	≤ 2,5 µg/m³	1,38	µg/m³	0,80	0,63
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	-1,20	µg/m³	-0,69	0,48
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,05	µg/m³	0,03	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	1,80	µg/m³	1,04	1,08
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	0,13	µg/m³	0,07	0,01
Netzspannung (Messwert Beta)	≤ 2 µg/m³	0,03	µg/m³	0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 2,5 µg/m³	0,30	µg/m³	0,17	0,03
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m³	1,00	µg/m³	0,58	0,33
				Σu²	6,56
				U(c) = 2u(c)	5,12
				U(c) / Bezug	14,64

Tabelle 21: Erweiterte Messunsicherheit U(c) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 35 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17011	**Anforderung**	**Ergebnis**		**Unsicherheit u**	**Quadrat der Unsicherheit u²**
				µg/m³	(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	≥ 10	10		2,00	4,00
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	≤ 2,5 µg/m³	1,38	µg/m³	0,80	0,63
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	-1,60	µg/m³	-0,92	0,85
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	≤ 5 % von B1	0,08	µg/m³	0,05	0,00
Drift am Nullpunkt	≤ 2 µg/m³	1,60	µg/m³	0,92	0,85
Drift des Messwertes	≤ 5 % von B1	-0,13	µg/m³	-0,07	0,01
Netzspannung (Messwert Beta)	≤ 2 µg/m³	-0,03	µg/m³	-0,02	0,00
Querempfindlichkeiten	≤ 2,5 µg/m³	1,20	µg/m³	0,69	0,48
Unsicherheit des Prüfstandards	≤ 1 µg/m³	1,00	µg/m³	0,58	0,33
				Σu²	7,16
				U(c) = 2u(c)	5,35
				U(c) / Bezug	15,29

Tabelle 22: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 17010 Bezugswert: 25 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17010	**Unsicherheit (Einzelwert)**	**Zeitbasis**	**Anzahl nk**	**Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)**
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	2,00	24 Stunden	365	0,011
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	0,80	1 Jahr	1	0,633
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	-0,69	1 Jahr	1	0,480
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,03	1 Jahr	1	0,001
Drift am Nullpunkt	1,04	1 Monat	12	0,090
Drift des Messwertes	0,07	1 Monat	12	0,000
Netzspannung (Messwert Beta)	0,02	1 Jahr	1	0,000
Querempfindlichkeiten	0,17	1 Jahr	1	0,030
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	1,579
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	2,51
			$\frac{U(\bar{c})}{Bezug}$	10,05

Tabelle 23: Erweiterte Messunsicherheit U ($\bar{c}$) für die Messeinrichtung SN 17011 Bezugswert: 25 µg/m³

Verfahrenskenngröße für Gerät SN 17011	**Unsicherheit (Einzelwert)**	**Zeitbasis**	**Anzahl nk**	**Quadrat der Unsicherheit (Mittelwert)**
				(µg/m³)²
Reproduzierbarkeit	2,00	24 Stunden	365	0,011
Unsicherheit zw. Prüflingen u_{Bs} nach Leitfaden	0,80	1 Jahr	1	0,633
Temperaturabhängigkeit am Nullpunkt	-0,92	1 Jahr	1	0,853
Temperaturabhängigkeit des Messwertes (Beta)	0,05	1 Jahr	1	0,002
Drift am Nullpunkt	0,92	1 Monat	12	0,071
Drift des Messwertes	-0,07	1 Monat	12	0,000
Netzspannung (Messwert Beta)	-0,02	1 Jahr	1	0,000
Querempfindlichkeiten	0,69	1 Jahr	1	0,480
Unsicherheit des Prüfstandards	0,58	1 Jahr	1	0,333
			$\Sigma u_m^2(c_k)$	2,385
			$U(\bar{c}) = 2u(\bar{c})$	3,09
			$\frac{U(\bar{c})}{Bezug}$	12,35

6.1 5.3.1 Gleichwertigkeit des Probenahmesystems

Für das PM_{10}-Probenahmesystem ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren nach DIN EN 12 341 [T5] nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.4 Auswertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.5 Bewertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.1 5.3.2 Vergleichbarkeit der Probenahmesysteme

Die PM_{10}-Probenahmesysteme zweier baugleicher Prüflinge müssen untereinander nach DIN EN 12 341 [T5] vergleichbar sein. Dies ist während des Feldtestes nachzuweisen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.3 Durchführung der Prüfung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.4 Auswertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.5 Bewertung

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Für PM2,5-Probenahmesysteme nicht zutreffend. Es wird auf Punkt 7 des vorliegenden Berichts verwiesen.

6.1 5.3.3 Kalibrierung

Die PM_{10}-Prüflinge sind im Feldtest mit einem Referenzverfahren nach DIN EN 12341 [T5] durch Vergleichsmessungen zu kalibrieren. Hierbei ist der Zusammenhang zwischen dem Messsignal und der gravimetrisch bestimmten Referenzkonzentration als stetige Funktion zu ermitteln.

Die PM2,5-Prüflinge wurden im Feldtest mit Referenzmessungen nach DIN EN 14907 verglichen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können dem Modul 5.2.3 entnommen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Siehe Modul 5.2.3.

6.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 5.2.3.

6.4 Auswertung

Siehe Modul 5.2.3.

6.5 Bewertung

Siehe Modul 5.2.3.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Siehe Modul 5.2.3.

6.1 5.3.4 Querempfindlichkeit

Der Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte darf im Bereich von B_1 nicht mehr als 10 % von B_1 betragen. Ist das Probenahmerohr beheizt, muss die Vergleichbarkeit zum gravimetrischen Referenzverfahren bei der angegebenen Temperatur nachgewiesen werden.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht notwendig.

6.3 Durchführung der Prüfung

Die Ermittlung des Störeinflusses durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte erfolgte unter Feldbedingungen, da eine Prüfung am Nullpunkt im Labor zu keiner belastbaren Aussage führte und am Referenzpunkt (im Bereich von B1) nicht gesichert durchführbar ist.

Alternativ wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Differenzen zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die mittlere Differenz als konservative Abschätzung für den Störeinfluss durch die im Messgut enthaltene Feuchte angesetzt.

Zusätzlich wurden aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die Referenz-Äquivalenzfunktionen für beide Testgeräte bestimmt.

6.4 Auswertung

Es wurde aus den Felduntersuchungen für Tage mit einer relativen Feuchte > 70 % die mittlere Differenz zwischen dem ermittelten Referenzwert (= Sollwert) und dem Messwert des jeweiligen Prüfling errechnet und die relative Abweichung zur mittleren Konzentration ermittelt.

Bezugswert: $B_1 = 25\ \mu g/m^3$ 10 % von $B_1 = 2{,}5\ \mu g/m^3$

Es wurde weiterhin untersucht, ob die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" [4] auch für den Fall, dass die Messwerte an Tagen mit einer relativen Feuchte > 70 % gewonnen wurden, gegeben ist.

6.5 Bewertung

Es konnte kein Störeinfluss > 1,2 µg/m³ Abweichung vom Sollwert durch die im Messgut enthaltene Luftfeuchte auf das Messsignal festgestellt werden. Während des Feldtestes konnte bei wechselnden relativen Luftfeuchten kein negativer Einfluss auf die Messwerte beobachtet werden. Die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren gemäß Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" [4] ist auch für Tage mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % gegeben.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 24 zeigt eine zusammenfassende Darstellung.

Tabelle 24: Abweichung zwischen Referenzmessung und Prüfling an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 %

Feldtest, Tage mit relativer Feuchte >70 %				
		Referenz	SN 17010	SN 17011
Mittelwert	µg/m³	16,8	17,1	18,0
Abweichung zu Mittelwert Referenz in µg/m³	µg/m³	-	0,3	1,2
Abweichung in % von Mittelwert Referenz	%	-	1,8	7,1
Abweichung in % von B1	%	-	1,2	4,8

Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

Die Darstellung und Bewertung der Messunsicherheiten W_{CM} an Tagen mit einer relativen Luftfeuchte > 70 % erfolgt in Tabelle 25 und Tabelle 26. Einzelwerte können den Anlagen 4 und 5 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 25: Vergleich Testgerät 17010 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 17010	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	30	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**0,991**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,02**			
Achsabschnitt a	**0,457**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,30**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**0,20**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**1,80**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**6,00**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**12,00**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

Tabelle 26: Vergleich Testgerät 17011 mit Referenzgerät, rel. Luftfeuchte > 70 %, alle Standorte

Vergleich Testgerät mit Referenzgerät gemäß Bericht "Demonstration of Equivalence Of Ambient Air Monitoring Methods"				
Prüfling	BAM-1020	SN	SN 17011	
Standort	Alle Standorte, rF>70%	Grenzwert	30	µg/m³
Status Messwerte	Rohwerte	erlaubte Unsicherheit	25	%
Ergebnisse der Regressionsrechnung				
Steigung b	**1,047**	**signifikant**		
Unsicherheit von b	**0,01**			
Achsabschnitt a	**0,434**	**nicht signifikant**		
Unsicherheit von a	**0,26**			
Ergebnisse der Vergleichbarkeitsprüfung				
Abweichung am Grenzwert	**1,85**	**µg/m³**		
Unsicherheit u_{c_s} am Grenzwert	**2,41**	**µg/m³**		
Kombinierte Messunsicherheit w_{CM}	**8,03**	**%**		
Erweiterte Messunsicherheit W_{CM}	**16,05**	**%**		
Status Vergleichbarkeitsprüfung	**bestanden**			

6.1 5.3.5 Tagesmittelwerte

Die Messeinrichtung muss die Bildung von 24 h-Mittelwerten ermöglichen. Bei Filterwechseln darf die hierfür insgesamt benötigte Zeit nicht mehr als 1 % der Mittelungszeit betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurde zusätzlich eine Uhr bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Es wurde geprüft, ob die Messeinrichtung die Bildung eines Tagesmittelwertes ermöglicht. Der Zeitbedarf für den Filterwechsel wurde ermittelt.

6.4 Auswertung

Die Messeinrichtung arbeitet standardmäßig mit einem Messzyklus von 60 min. Nach jedem Messzyklus wird das Filterband um eine Position weiter geschoben. Die Daten jedes Messzyklus werden gespeichert und stehen dem Anwender zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Darüber hinaus ermöglicht die Messeinrichtung die Bildung eines 24-h-Mittelwertes, der über die serielle Schnittstelle im Tagesprotokoll ausgegeben wird.

Im Rahmen der Eignungsprüfung war eine Zykluszeit von 60 min eingestellt mit einem Zeitbedarf für die radiometrische Messung von jeweils 8 min.

Die Zykluszeit setzt sich daher zusammen aus 2 x 8 min für die radiometrische Messung (I_0 & I_3) sowie ca. 1 bis 2 min für Filterbandbewegungen. Die Sammelzeit beträgt damit pro Stunde ca. 42 min.

Die verfügbare Probenahmezeit pro Messzyklus liegt damit bei ca. 70 % der Gesamtzykluszeit. Die Ergebnisse aus den Felduntersuchungen gemäß Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] aus diesem Bericht zeigen, dass bei dieser Gerätekonfiguration die Vergleichbarkeit der Prüflinge mit dem Referenzverfahren sicher nachgewiesen werden konnte und die Bildung von Tagesmittelwerten damit gesichert möglich ist.

6.5 Bewertung

Mit der beschriebenen Gerätekonfiguration und einem Messzyklus von 60 min ist die Bildung von validen Tagesmittelwerten auf Basis der 24 Einzelmessungen möglich.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Hier nicht erforderlich.

6.1 5.3.6 Konstanz des Probenahmevolumenstroms

Der über der Probenahmedauer gemittelte Probenahmevolumenstrom muss auf ± 3 % vom Sollwert konstant sein. Alle Momentanwerte des Probenahmevolumenstroms müssen während der Probenahmedauer innerhalb der Schwankungsbreite von ± 5 % des Sollwertes liegen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für die Prüfung wurden zusätzlich ein Durchflussmesser gemäß Punkt 4 bereitgestellt.

6.3 Durchführung der Prüfung

Der Probenahmevolumenstrom wurde vor dem ersten Feldteststandort kalibriert und dann vor jedem Feldteststandort mit Hilfe einer trockenen Gasuhr bzw. eines Massendurchflussmessers auf Korrektheit überprüft und falls erforderlich nachjustiert.

Um die Konstanz des Probenahmevolumenstroms zu ermitteln, wurde ein Durchflussmesser an die Messeinrichtungen angeschlossen und über einen Zeitraum von 24 h (= 24 Messzyklen) 5-Sekunden-Werte für den Durchfluss aufgezeichnet und ausgewertet .

6.4 Auswertung

Aus den ermittelten Messwerten für den Durchfluss wurden Mittelwert, Standardabweichung sowie Maximal- und Minimalwert bestimmt.

6.5 Bewertung

Die Ergebnisse der vor jedem Feldteststandort durchgeführten Überprüfung der Durchflussrate sind in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Ergebnisse Kontrolle Durchflussrate

Durchflussüberprüfung vor Standort:	SN 17010		SN 17011	
	[l/min]	Abw. vom Soll [%]	[l/min]	Abw. vom Soll [%]
Teddington, Sommer	16,3	-2,4	16,5	-1,2
Köln, Winter	16,8	0,6	16,7	0,0
Bornheim, Sommer	16,7	0,0	16,9	1,2
Teddington, Winter	16,5	-1,2	16,6	-0,6

Die grafischen Darstellungen des Durchflusses über 24 Messzyklen zeigen, dass alle während der Probenahme ermittelten Messwerte weniger als ±5 % vom Sollwert von 16,67 l/min abweichen. Die Abweichung der Mittelwerte über den Messzyklus ist ebenfalls kleiner als die geforderten ±3 % vom Sollwert.

Alle ermittelten Tagesmittelwerte weichen weniger als ± 3 %, alle Momentanwerte weniger als ± 5 % vom Sollwert ab.

Mindestanforderung erfüllt? ja

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

In Tabelle 28 und Tabelle 29 sind die ermittelten Kenngrößen für den Durchfluss aufgeführt. Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen eine grafische Darstellung der Durchflussmessungen an den beiden Testgeräten SN 17010 und SN 17011.

Tabelle 28: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17010

Nr.	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	StdAbw [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
1	16,47	-1,35	0,08	16,80	16,40
2	16,47	-1,37	0,08	16,75	16,40
3	16,48	-1,34	0,09	16,80	16,40
4	16,51	-1,17	0,11	16,80	16,35
5	16,50	-1,18	0,12	16,80	16,35
6	16,43	-1,64	0,03	16,60	16,35
7	16,41	-1,71	0,03	16,50	16,35
8	16,44	-1,53	0,07	16,70	16,35
9	16,47	-1,39	0,09	16,80	16,40
10	16,49	-1,24	0,12	16,80	16,35
11	16,49	-1,27	0,12	16,80	16,35
12	16,48	-1,29	0,12	16,80	16,20
13	16,50	-1,19	0,12	16,85	16,35
14	16,49	-1,27	0,12	16,85	16,40
15	16,45	-1,51	0,03	16,55	16,40
16	16,50	-1,19	0,09	16,80	16,45
17	16,50	-1,21	0,09	16,80	16,45
18	16,48	-1,32	0,03	16,55	16,45
19	16,54	-0,95	0,07	16,75	16,40
20	16,53	-1,03	0,02	16,55	16,50
21	16,53	-1,04	0,03	16,55	16,45
22	16,50	-1,19	0,03	16,55	16,45
23	16,56	-0,86	0,09	16,85	16,45
24	16,56	-0,82	0,11	16,85	16,45
Mittel 1-24	**16,49**	**-1,25**	**0,08**	**16,85**	**16,20**

Tabelle 29: Kenngrößen für die Durchflussmessung, SN 17011

Nr.	Mittelwert [l/min]	Abw. vom Sollwert [%]	StdAbw [l/min]	Max [l/min]	Min [l/min]
1	16,68	-0,12	0,03	16,75	16,65
2	16,65	-0,28	0,02	16,70	16,60
3	16,64	-0,38	0,05	16,70	16,50
4	16,63	-0,41	0,05	16,70	16,35
5	16,62	-0,49	0,05	16,70	16,45
6	16,63	-0,45	0,06	16,70	16,40
7	16,62	-0,45	0,06	16,75	16,45
8	16,62	-0,48	0,06	16,75	16,45
9	16,61	-0,52	0,05	16,70	16,40
10	16,62	-0,51	0,06	16,70	16,45
11	16,58	-0,74	0,05	16,65	16,45
12	16,60	-0,62	0,03	16,65	16,55
13	16,48	-1,34	0,06	16,60	16,30
14	16,48	-1,32	0,04	16,55	16,40
15	16,54	-0,97	0,04	16,65	16,40
16	16,54	-0,98	0,05	16,60	16,45
17	16,48	-1,34	0,06	16,60	16,30
18	16,62	-0,47	0,04	16,70	16,55
19	16,72	0,11	0,04	16,80	16,60
20	16,59	-0,65	0,07	16,75	16,45
21	16,74	0,22	0,04	16,85	16,65
22	16,78	0,47	0,03	16,80	16,70
23	16,80	0,57	0,03	16,85	16,70
24	16,80	0,63	0,03	16,85	16,70
Mittel 1-24	**16,63**	**-0,44**	**0,05**	**16,85**	**16,30**

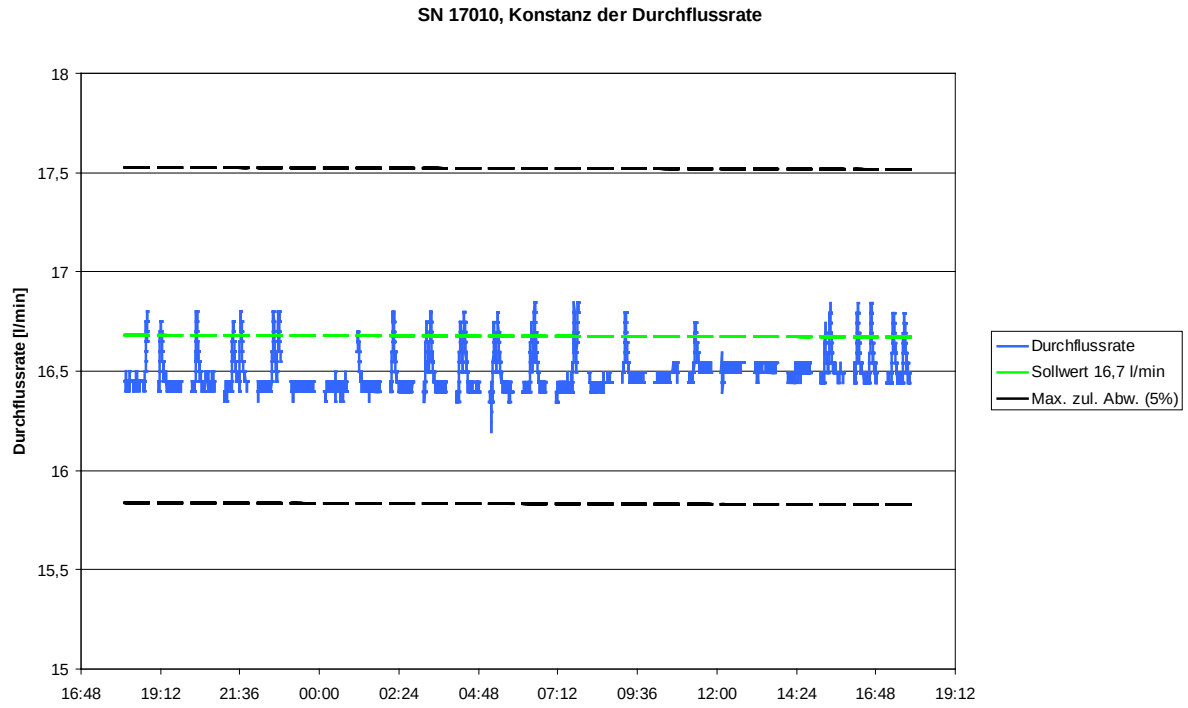


Abbildung 42: Durchfluss am Testgerät SN 17010

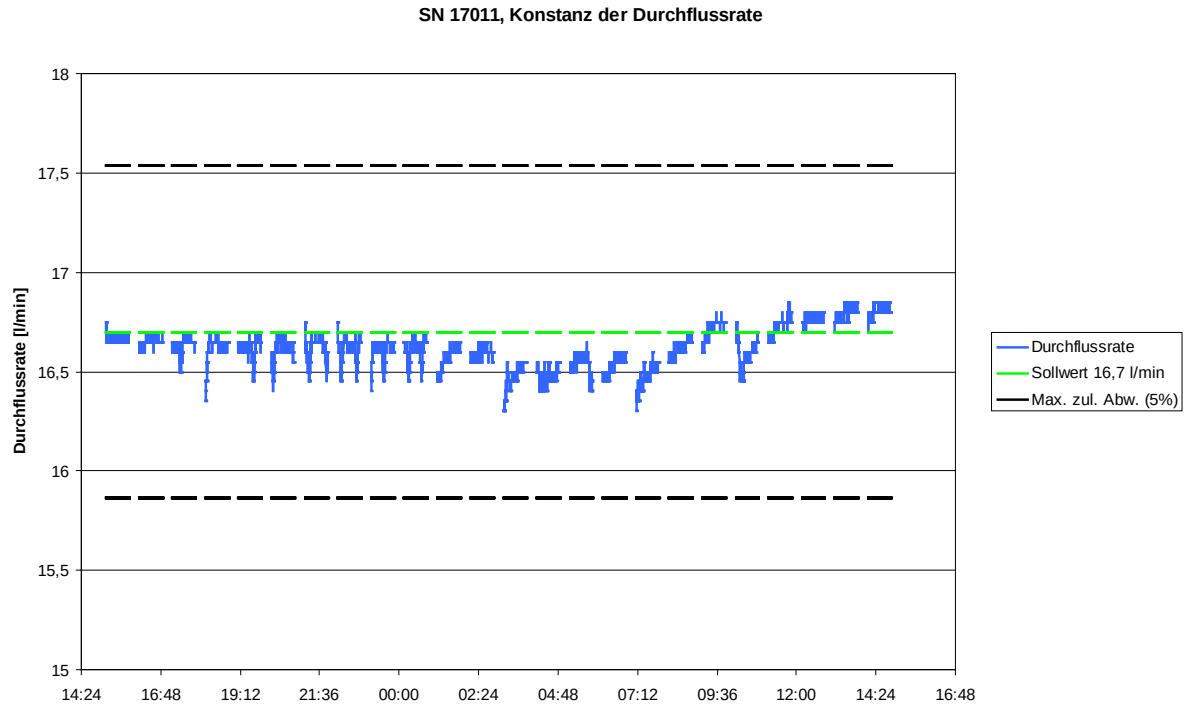


Abbildung 43: Durchfluss am Testgerät SN 17011

6.1 5.3.7 Dichtheit des Probenahmesystems

Das gesamte Probenahmesystem ist auf Dichtheit zu prüfen. Die Undichtigkeit darf nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probenahmevolumen betragen.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nullfilter-Kit BX-302 respektive Inletadapter BX-305.

6.3 Durchführung der Prüfung

Um die Leckrate zu bestimmen, wurde der Inletadapter BX-305 am Eingang des Probenahmerohres aufgesetzt und der Kugelhahn des Adapters langsam geschlossen. Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Diese Prozedur wurde dreimal während des Feldtestes in Köln durchgeführt.

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.4 Auswertung

Die Leckrate wurde aus der Differenz zwischen der im Gerät gemessenen Durchflussrate bei ausgeschalteter Pumpe (Nullpunkt der Durchflussmessung) und der gemessenen Durchflussrate bei geschlossenem Geräteeingang ermittelt.

Der Maximalwert der drei ermittelten Leckraten wurde bestimmt.

Unter den beschriebenen Testbedingungen ist gemäß Gerätehersteller eine maximale Leckage bis zu 1 l/min noch zulässig, da bei komplett verschlossenem Geräteeingang ein sehr hohes Vakuum im System erzeugt wird (21 inch Hg entspricht ca. 700 mbar), welches um ein Vielfaches größer ist als während des Normalbetriebes durch Filterbeladung erzeugt werden könnte.

Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden.

6.5 Bewertung

Die maximal ermittelten Undichtigkeiten ergaben sich zu 1,8 % für Gerät 1 (SN 17010) sowie zu max. 2,4 % für Gerät 2 (SN 17011). In der Mindestanforderung darf die Undichtigkeit nicht mehr als 1 % vom durchgesaugten Probevolumen betragen.

Mindestanforderung erfüllt? nein

Unter den beschriebenen Testbedingungen ist gemäß Gerätehersteller eine maximale Leckage bis zu 1 l/min (ca. 6 % von 16,7 l/min) noch zulässig, da bei komplett verschlossenem Geräteeingang ein sehr hohes Vakuum im System erzeugt wird (21 inch Hg entspricht ca. 700 mbar), welches um ein Vielfaches größer ist als ein durch Filterbeladung während des Normalbetriebes erzeugtes Vakuum. Mögliche Undichtigkeiten im System (z.B. Verschmutzungen im Bereich der Eintrittsdüse am Filterband durch Filterabrieb) können mit der beschriebenen Methode sicher erkannt werden

Es wird empfohlen, die Dichtigkeit der Messeinrichtung mit Hilfe der beschriebenen Prozedur einmal pro Monat zu überprüfen.

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 30 enthält die ermittelten Werte aus der Dichtigkeitsprüfung.

Tabelle 30: Ermittlung der Leckrate

	Durchfluss (Pumpe aus)	Durchfluss (Pumpe ein, Eingang verschlossen)				
		1 (01.12.08)	2 (26.01.09)	3 (16.02.09)	Max-wert	Maximale Leckrate
	l/min	l/min	l/min	l/min	l/min	% vom Soll
SN 17010	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	1,8
SN 17011	0,0	0,1	0,4	0,3	0,4	2,4

6.1 5.4 Anforderungen an Mehrkomponentenmesseinrichtungen

Mehrkomponentenmesseinrichtungen müssen die Anforderungen für jede Einzelkomponente erfüllen, auch bei Simultanbetrieb aller Messkanäle.
Bei sequentiellem Betrieb muss die Bildung von Stundenmittelwerten gesichert sein.

6.2 Gerätetechnische Ausstattung

Nicht zutreffend.

6.3 Durchführung der Prüfung

Nicht zutreffend.

6.4 Auswertung

Nicht zutreffend.

6.5 Bewertung

Nicht zutreffend.

Mindestanforderung erfüllt? -

6.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Nicht zutreffend.

7 Erweiterte Prüfkriterien nach Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“

7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung

Gemäß der Version des Leitfadens vom Juli 2009 [4] müssen zum Nachweis der Äquivalenz die folgenden 5 Kriterien erfüllt werden:

1. Vom Gesamtdatensatz müssen mindestens 20 % der Konzentrationswerte (ermittelt mit Referenzmethode) größer sein als die in 2008/50/EG [7] festgelegte obere Beurteilungsschwelle für Jahresgrenzwerte, d.h. 28 µg/m³ für PM10 und 17 µg/m³ für PM2,5.
2. Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen muss kleiner sein als 2,5 µg/m³ für alle Daten sowie für einen Datensatz mit Daten größer/gleich 30 µg/m³ für PM10 und 18 µg/m³ für PM2,5.
3. Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten muss kleiner sein als 2,0 µg/m³.
4. Die erweiterte Unsicherheit (W_{CM}) wird berechnet bei 50 µg/m³ für PM_{10} und bei 30 µg/m³ für PM2,5 für jeden einzelnen Prüfling gegen den Mittelwert der Referenzmethode. Für jeden der folgenden Fälle muss die erweiterte Unsicherheit kleiner 25 % sein:
   - Gesamtdatensatz;
   - Datensatz mit PM-Konzentrationen größer/gleich 30 µg/m³ für PM10 oder größer/gleich 18 µg/m³ für PM2,5, vorausgesetzt der Datensatz enthält 40 oder mehr gültige Datenpaare;
   - Datensätze für jeden einzelnen Standort.
5. Voraussetzung für die Akzeptanz des Komplettdatensatzes ist, dass die Steigung b insignifikant verschieden ist von 1: $|b-1| \le 2 \cdot u(b)$ und der Achsabschnitt a insignifikant verschieden ist von 0: $|a| \le 2 \cdot u(a)$. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden, dann können die Prüflinge mit den Werten des Gesamtdatensatzes für die Steigung und/oder für den Achsabschnitt kalibriert werden.

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Erfüllung der 5 Kriterien geprüft:

Unter Punkt 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1] werden die Kriterien 1 und 2 geprüft.

Unter Punkt 7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6] werden die Kriterien 3, 4 und 5 geprüft.

Unter Punkt 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] erfolgt eine Auswertung für den Fall, dass Kriterium 5 nicht ohne Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen erfüllt werden kann.

7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} [9.5.2.1]

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss gemäß dem Punkt 9.5.2.1 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ ermittelt werden.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM2,5 Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM2,5 liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m³ für den Jahresmittelwert von PM2,5. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

Gemäß **Punkt 9.5.2.1** des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ gilt:

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} muss ≤ 2,5 µg/m³ liegen. Eine Unsicherheit über 2,5 µg/m³ zwischen den beiden Prüflingen ist ein Hinweis, dass die Leistung eines oder beider Systeme unzureichend ist und die Gleichwertigkeit nicht erklärt werden kann.

Die Unsicherheit wird dabei ermittelt für:

- Alle Standorte gemeinsam (Kompletter Datensatz)
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 18 µg/m³ für PM2,5 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Darüber hinaus erfolgt in diesem Bericht auch eine Auswertung für die folgenden Datensätze:

- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten < 18 µg/m³ für PM2,5 (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} wird aus den Differenzen aller Tagesmittelwerte (24 h-Werte) der Prüflinge, die parallel betrieben werden, nach folgender Gleichung berechnet:

$$u_{bs}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n}$$

mit $y_{i,1}$ und $y_{i,2}$ = Ergebnisse der parallelen Messungen einzelner 24h-Werte i

n = Anzahl der 24h-Werte

7.5 Bewertung

Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} liegt mit maximal 1,57 µg/m³ unterhalb des geforderten Wertes von 2,5 µg/m³.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Für die Unsicherheitsberechnung gemäß Punkt 6.1 5.2.21 Gesamtunsicherheit wird der Wert für den Gesamtdatensatz von 1,38 µg/m³ eingesetzt.

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 31 führt die berechneten Werte für die Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} auf. Die grafische Darstellung erfolgt in Abbildung 44 bis Abbildung 50.

Tabelle 31: Unsicherheit zwischen den Prüflingen u_{bs} für die Testgeräte SN 17010 und SN 17011

Testgeräte	**Standort**	**Anzahl Werte**	**Unsicherheit u_{bs}**
SN			µg/m³
17010 / 17011	**Alle Standorte**	**345**	**1,38**
Einzelstandorte			
17010 / 17011	Teddington, Sommer	97	1,13
17010 / 17011	Köln, Winter	127	1,76
17010 / 17011	Bornheim, Sommer	66	1,13
17010 / 17011	Teddington, Winter	55	1,01
Klassierung über Referenzwerte			
17010 / 17011	**Werte ≥ 18 µg/m³**	**174**	**1,57**
17010 / 17011	Werte < 18 µg/m³	74	1,05

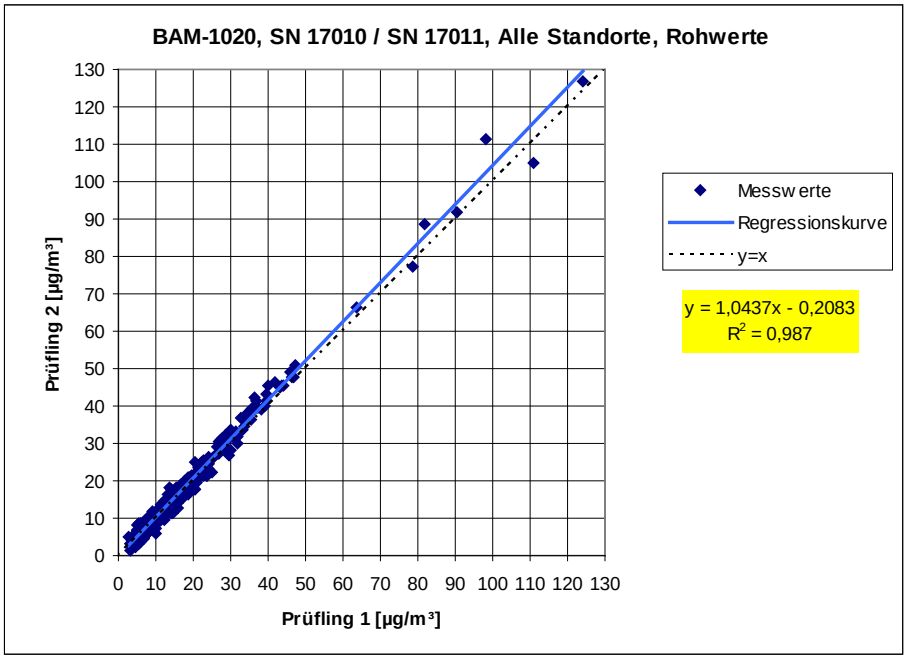

BAM-1020, SN 17010 / SN 17011, Alle Standorte, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0437x - 0,2083
R² = 0,987

Abbildung 44: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte

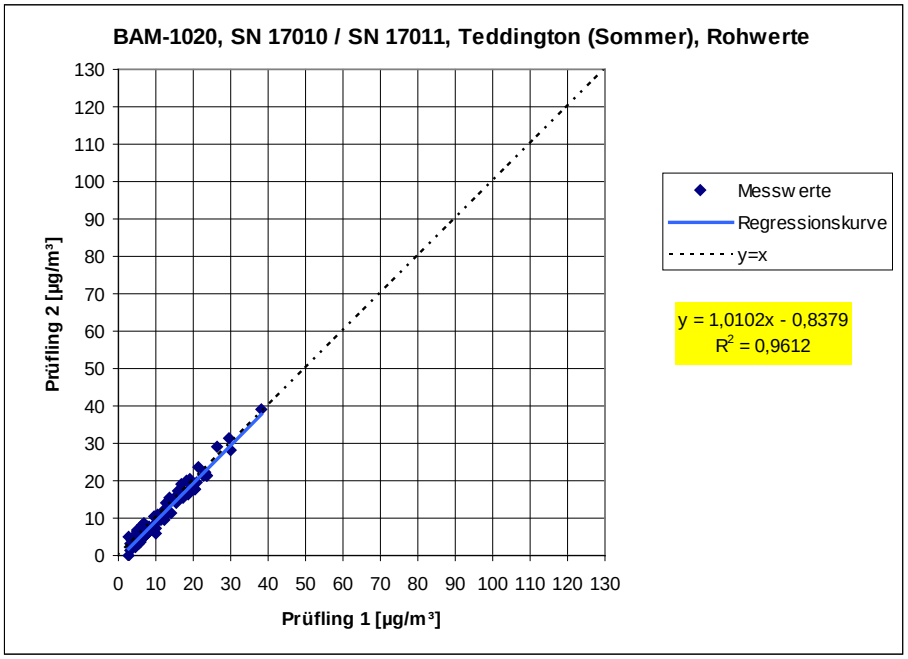

BAM-1020, SN 17010 / SN 17011, Teddington (Sommer), Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0102x - 0,8379
R² = 0,9612

Abbildung 45: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Sommer

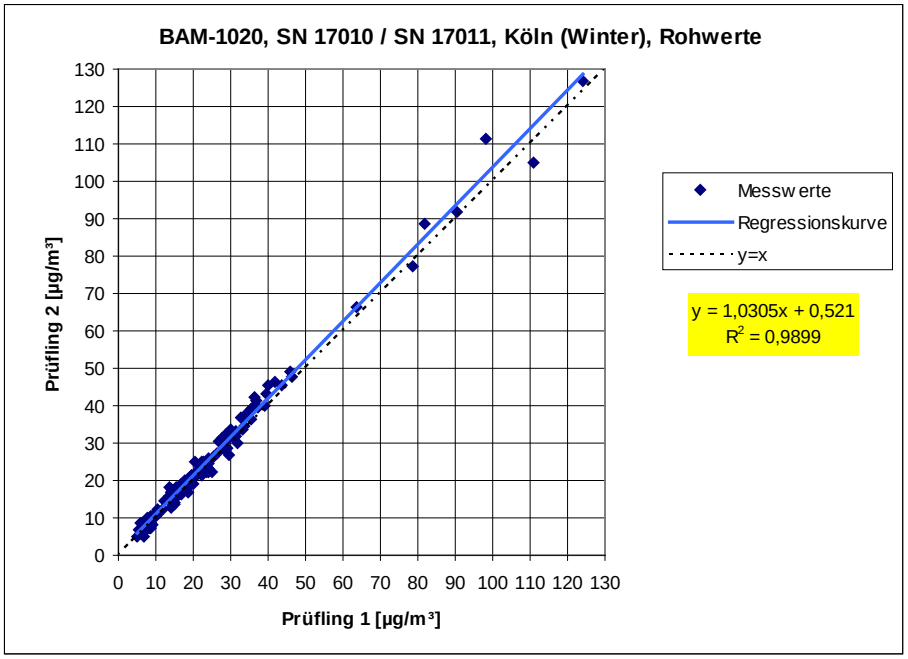

BAM-1020, SN 17010 / SN 17011, Köln (Winter), Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0305x + 0,521
R² = 0,9899

*Abbildung 46: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Köln, Winter**

Bemerkung: Die Abweichungen in den Messwertpaaren 98,2 µg/m³ / 111,5 µg/m³ (31.12.2008) sowie 110,7 µ/m³ / 105,1 µg/m³ (13.04.2009) sind durch kurzzeitige starke lokale Spitzen (Feuerwerk) verursacht. Da keine technischen Gründe vorlagen, wurden die Werte nicht als Ausreißer aus dem Datenpool entfernt (siehe Punkt 4.3 Handhabung der Daten)

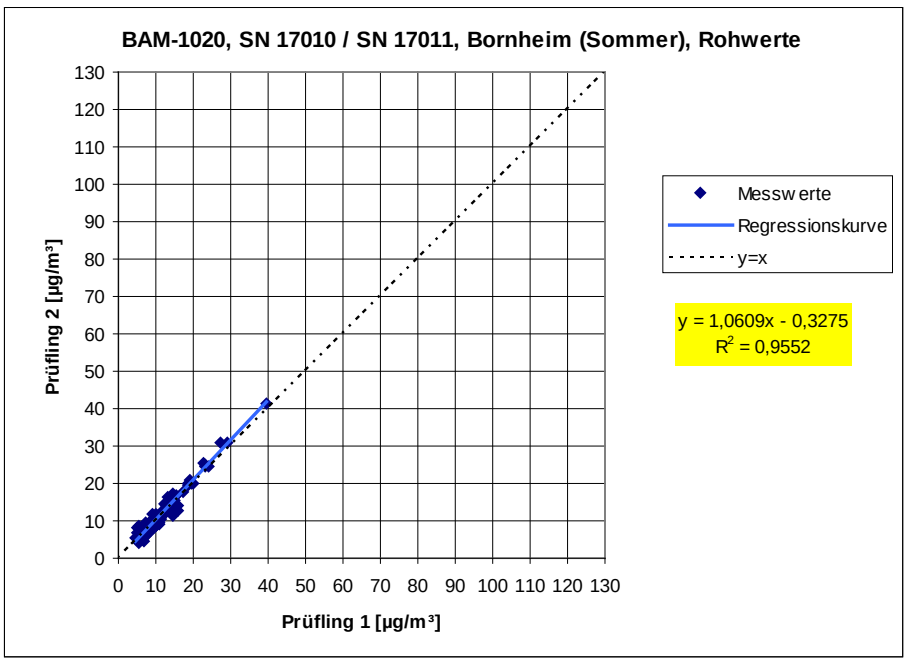

BAM-1020, SN 17010 / SN 17011, Bornheim (Sommer), Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0609x - 0,3275
R² = 0,9552

Abbildung 47: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Bornheim, Sommer

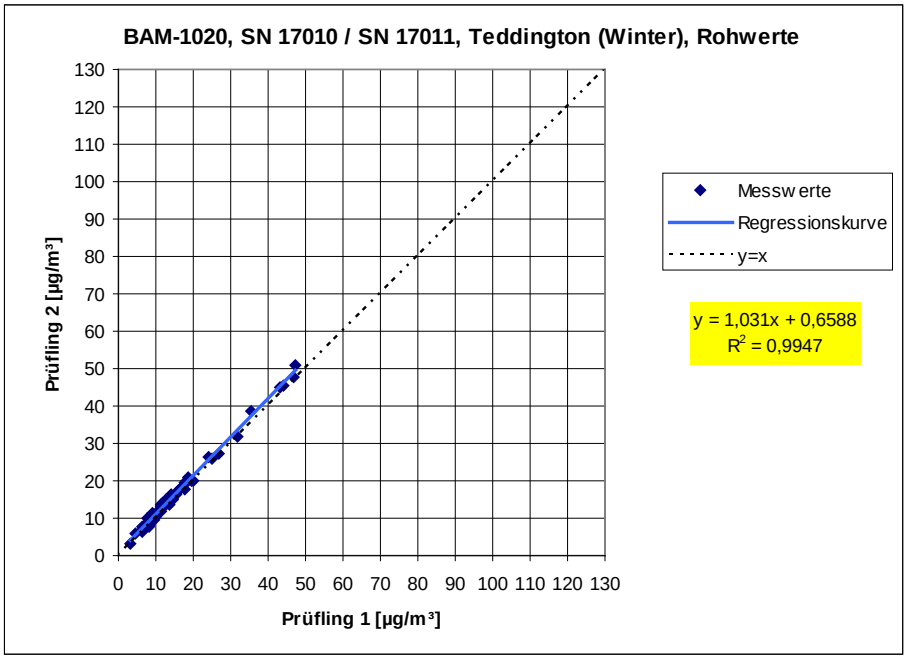

BAM-1020, SN 17010 / SN 17011, Teddington (Winter), Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,031x + 0,6588
R² = 0,9947

Abbildung 48: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, Standort Teddington, Winter

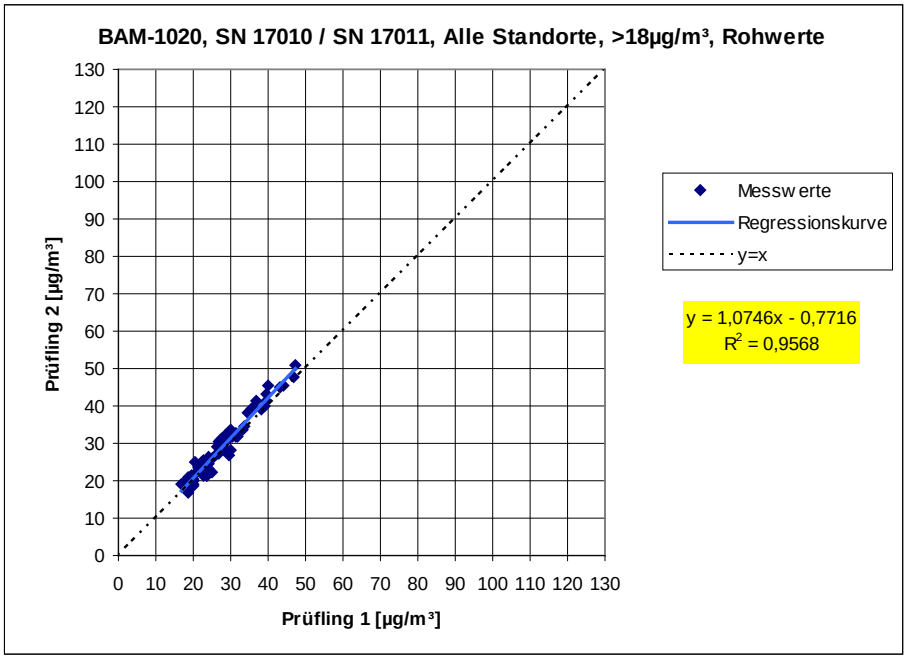

BAM-1020, SN 17010 / SN 17011, Alle Standorte, >18µg/m³, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0746x - 0,7716
R² = 0,9568

Abbildung 49: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte ≥ 18 µg/m³

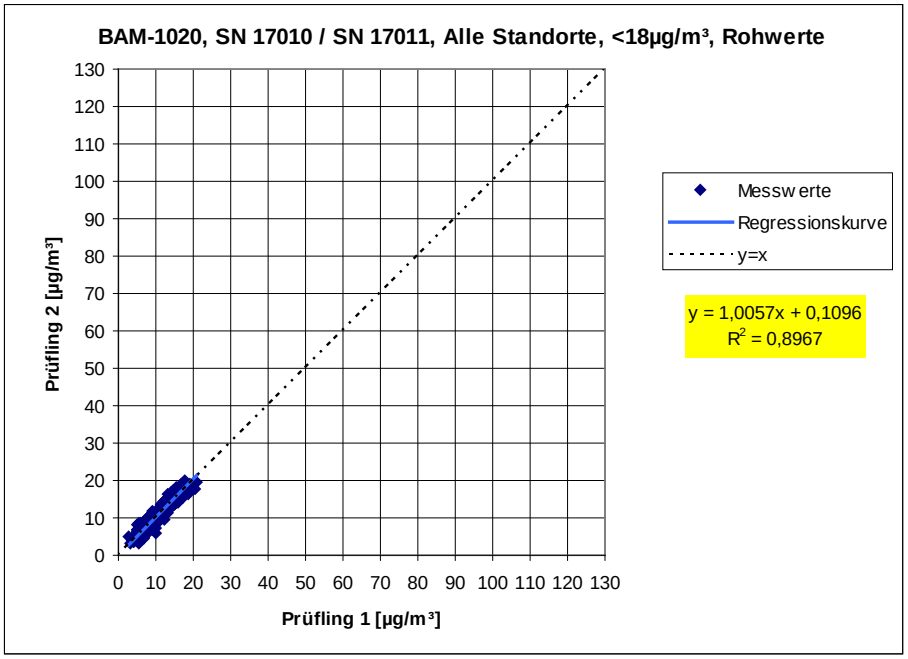

BAM-1020, SN 17010 / SN 17011, Alle Standorte, <18µg/m³, Rohwerte
Prüfling 2 [µg/m³]
Prüfling 1 [µg/m³]
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130
Messwerte
Regressionskurve
y=x
y = 1,0057x + 0,1096
R² = 0,8967

Abbildung 50: Ergebnis der Parallelmessungen mit den Testgeräten SN 17010 / SN 17011, alle Standorte, Werte < 18 µg/m³

7.1 Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge [9.5.2.2-9.6]

Für die Prüflinge ist die Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren gemäß den Punkten 9.5.2.2 bis 9.6 des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods" nachzuweisen. Die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge ist mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] zu vergleichen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Für diesen Prüfpunkt kamen zusätzlich die Geräte entsprechend Punkt 5 des vorliegenden Berichts zum Einsatz.

7.3 Durchführung der Prüfung

Die Prüfung wurde im Feldtest an vier verschiedenen Standorten durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Jahreszeiten unterschiedlich hohe PM2,5 Konzentrationen berücksichtigt.

Vom gesamten Datensatz müssen mindestens 20 % der mit der Referenzmethode ermittelten Konzentrationswerte größer sein als die obere Beurteilungsschwelle gemäß 2008/50/EG [7]. Für PM2,5 liegt die obere Beurteilungsschwelle bei 17 µg/m³.

Es wurden an jedem Standort mindestens 40 valide Wertepaare ermittelt. Vom gesamten Datensatz (4 Standorte, 251 valide Messwertpaare für SN 17010, 253 valide Messwertpaare für SN 17011) liegen insgesamt 33,1 % der Messwerte über der oberen Beurteilungsschwelle von 17 µg/m³ für den Jahresmittelwert von PM2,5. Die gemessenen Konzentrationen wurden auf Umgebungsbedingungen bezogen.

7.4 Auswertung

[Punkt 9.5.2.2] Der Berechnung der erweiterten Unsicherheit der Prüflinge wird die Überprüfung der Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} vorangestellt.

Die Unsicherheit zwischen den parallel betriebenen Referenzgeräten u_{ref} wird analog der Unsicherheit zwischen den Prüflingen bestimmt und muss ≤ 2 µg/m³ sein.

Die Ergebnisse der Auswertung sind unter Punkt 7.6 zu diesem Prüfpunkt dargestellt.

Um die Vergleichbarkeit der Prüflinge y mit dem Referenzverfahren x zu beurteilen, wird ein linearer Zusammenhang $y_i = a + bx_i$ zwischen den Messergebnissen beider Methoden angenommen. Der Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Referenzgeräte und den jeweils einzeln zu betrachtenden Prüflingen wird mittels orthogonaler Regression hergestellt.

Die Regression wird berechnet für:

- Alle Standorte gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 18 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Zur weiteren Auswertung wird die Ergebnisunsicherheit u_{c_s} der Prüflinge aus dem Vergleich mit dem Referenzverfahren gemäß der folgenden Gleichung beschrieben, welche u_{CR} als eine Funktion der Feinstaubkonzentration x_i beschreibt.

$$u_{CR}^2(y_i) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + [a + (b-1)x_i]^2$$

Mit RSS = Summe der (relativen) Residuen aus der orthogonalen Regression

$u(x_i)$ = zufällige Unsicherheit des Referenzverfahrens, sofern der Wert von u_{bs}, der für den Einsatz der Prüflinge berechnet wird, in diesem Test verwendet werden kann
(siehe Punkt 7.1 Ermittlung der Unsicherheit zwischen den Prüflingen ubs)

Algorithmen zur Berechnung des Achsabschnitts a sowie der Steigung b und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben.

Die Summe der (relativen) Residuen RSS wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$RSS = \sum_{i=1}^{n} (y_i - a - bx_i)^2$$

Die Unsicherheit u_{CR} wird berechnet für:

- Alle Standorte gemeinsam
- Jeden Standort einzeln
- 1 Datensatz mit Messwerten ≥ 18 µg/m³ (Basis: Mittelwerte Referenzmessung)

Voraussetzung für die Akzeptanz des Gesamtdatensatzes ist gemäß Leitfaden:

- Die Steigung b ist insignifikant verschieden von 1: $|b-1| \le 2 \cdot u(b)$

Und

- Der Achsabschnitt a ist insignifikant verschieden von 0: $|a| \le 2 \cdot u(a)$

Wobei u(b) und u(a) die Standardunsicherheiten der Steigung und des Achsabschnitts beschreiben, berechnet als Wurzel der Varianz. Wenn diese Vorbedingungen nicht erfüllt sind, dann können die Prüflinge gemäß Punkt 9.7 des Leitfadens kalibriert werden (siehe auch 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]. Die Kalibrierung darf nur für den Gesamtdatensatz durchgeführt werden.

[Punkt 9.5.3] Für alle Datensätze wird die kombinierte Unsicherheit der Prüflinge $w_{c,CM}$ durch Kombination der Beiträge aus 9.5.2.1 und 9.5.2.2 gemäß der folgenden Gleichung berechnet:

$$w_{c,CM}^2(y_i) = \frac{u_{CR}^2(y_i)}{y_i^2}$$

Für jeden Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM}$ auf einem Level von y_i = 30 µg/m³ für PM2,5 berechnet.

[Punkt 9.5.4] Für jeden Datensatz wird die erweiterte relative Unsicherheit der Ergebnisse der Prüflinge durch Multiplizieren von $w_{c,CM}$ mit einem Erweiterungsfaktor k nach folgender Gleichung berechnet:

$$W_{CM} = k \cdot w_{CM}$$

In der Praxis wird bei großen n für k=2 eingesetzt.

[Punkt 9.6]

Die größte resultierende Unsicherheit W_{CM} wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die ermittelten Unsicherheiten W_{CM} liegen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren für alle betrachteten Datensätze unter der festgelegten erweiterten relativen Unsicherheit W_{dqo} von 25 % für Feinstaub.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Nachfolgende Tabelle 32 zeigt einen Überblick über alle Ergebnisse der Äquivalenzprüfung für den Prüfling BAM-1020 für PM2,5. Für den Fall, dass ein Kriterium erfüllt wird oder nicht, ist der Text in den Zellen in grüner oder roter Farbe dargestellt. Darüber hinaus sind entsprechend den fünf Prüfkriterien aus Punkt 7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung die zugehörigen Zellen selbst farblich hinterlegt.

Tabelle 32: Übersicht Äquivalenzprüfung BAM-1020 für PM2,5

BAM-1020 PM2,5	33.1% > 17 µg m³	Orthogonale Regression				Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12.6	248	0.967	1.000 +/- 0.012	0.764 +/- 0.204	0.33	1.38
< 18 µg m-3	9.8	174	0.889	0.971 +/- 0.025	1.066 +/- 0.267	0.34	1.05
> 18 µg m-3	15.9	74	0.926	1.031 +/- 0.033	-0.068 +/- 0.919	0.30	1.57

SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 30 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	W_{CM} / %	% > 17 µg m³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994 +/- 0.030	1.822 +/- 0.372	17.11	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980 +/- 0.024	0.960 +/- 0.512	12.79	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052 +/- 0.036	-0.962 +/- 0.527	11.61	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970 +/- 0.014	-0.182 +/- 0.300	10.28	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m³	175	0.849	0.955 +/- 0.028	1.137 +/- 0.306	11.46	4.6
	> 18 µg m³	76	0.907	0.984 +/- 0.035	0.584 +/- 0.975	16.02	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969 +/- 0.013	0.989 +/- 0.226	12.90	33.5

SN 17011	satensatz	Orthogonale Regression				Grenzwert 30 µg m³	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b) +/- ub	Achsabschnitt (a) +/- ua	W_{CM} / %	% > 17 µg m³
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016 +/- 0.025	1.018 +/- 0.308	14.66	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061 +/- 0.019	0.430 +/- 0.405	17.91	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134 +/- 0.048	-1.498 +/- 0.727	23.91	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991 +/- 0.014	0.630 +/- 0.293	7.41	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m³	178	0.881	1.021 +/- 0.026	0.634 +/- 0.286	13.44	4.5
	> 18 µg m³	75	0.929	1.092 +/- 0.034	-1.108 +/- 0.952	19.03	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041 +/- 0.012	0.377 +/- 0.214	16.28	32.8

Kriterium 1
Kriterium 2
Kriterium 3
Kriterium 4
Kriterium 5
Weitere

Die Überprüfung der fünf Kriterien aus Punkt 7.1 Methodik der Äquivalenzprüfung ergab folgendes Bild:

Kriterium 1: Mehr als 20 % der Daten sind größer als 17 µg/m³.

Kriterium 2: Die Unsicherheit zwischen den Prüflingen ist kleiner als 2,5 µg/m³.

Kriterium 3: Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten ist kleiner als 2,0 µg/m³

Kriterium 4: Alle erweiterten Unsicherheiten liegen unter 25%.

Kriterium 5: Die Steigung und der Achsabschnitt bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17010 sind signifikant. Die Steigung bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes für SN 17011 ist signifikant.

Die Version vom Juli 2009 des Leitfadens ist nicht eindeutig darin, welche Steigung und welcher Achsabschnitt konkret zur Korrektur eines Prüflings verwendet werden sollen, falls dieser Prüfling die Äquivalenzprüfung nicht besteht. Nach Rücksprache mit dem Vorsitzenden der für die Erstellung des Leitfadens verantwortlichen EU-Arbeitsgruppe wurde entschieden, dass die Anforderung aus der Version vom November 2005 des Leitfadens weiterhin gültig ist und dass die Steigung und der Achsabschnitt aus der orthogonalen Regression für den Gesamtdatensatz herangezogen werden. Diese sind in Tabelle 32 golden hinterlegt und in der Legende mit “Weitere” bezeichnet.

Der UK Equivalence Report aus 2006 [8] hat diesen Punkt als Schwachstelle in der Statistik für den Äquivalenznachweis in der November 2005 Version des Leitfadens beschrieben, da „präzisere“ Geräte dadurch benachteiligt werden (Anhang E Abschnitt 4.2). Die gleiche Schwachstelle wurde 1:1 in die Juli 2009 Version übernommen. Sowohl der TÜV Rheinland als auch die englischen Partner sind der Meinung, dass der BAM-1020 für PM2,5 in der Tat durch die Statistik für seine Präzision benachteiligt wird. Es wird daher vorgeschlagen, denselben pragmatischen Ansatz zu wählen, der in der Vergangenheit in früheren Studien schon zur Anwendung kam. Da einige der Steigungen aus den Einzeldatensätzen größer als 1 sind und andere wiederum kleiner als 1 sind, sollte es keine Veranlassung zu einer Korrektur der Steigung geben.

In diesem konkreten Fall liegt die Steigung für den Gesamtdatensatz ohnehin bei 1,000; deshalb kann keine Steigungskorrektur erfolgen.

Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,764. Es erfolgt daher unter Punkt 7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7] eine zusätzliche Auswertung unter Anwendung des entsprechenden Kalibrierfaktors auf die Datensätze.

Die überarbeitete Fassung des Leitfadens von Juli 2009 enthält die Forderung, dass für eine richtlinienkonforme Überwachung fortlaufend stichprobenweise Überprüfungen bei einer gewissen Anzahl von Geräten in einem Messnetz durchgeführt werden müssen und dass die Anzahl der betroffenen Messorte abhängig ist von der erweiterten Messunsicherheit des Gerätes. Die entsprechende Umsetzung liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 12,6 %, was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6).

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 33 zeigt einen Überblick über die Unsicherheiten zwischen den Referenzgeräten u_{ref} aus den Felduntersuchungen. In Tabelle 34 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung inkl. der ermittelten erweiterten Messunsicherheiten W_{CM} aus den Feldtestuntersuchungen.

Tabelle 33: Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref}

Referenz-Geräte	Standort	Anzahl Werte	Unsicherheit u_{bs}
Nr.			µg/m³
1 / 2	Teddington, Sommer	77	0,33
1 / 2	Köln, Winter	75	0,39
1 / 2	Bornheim, Sommer	53	0,30
1 / 2	Teddington, Winter	43	0,27
1 / 2	Alle Standorte	248	0,33

Die Unsicherheit zwischen den Referenzgeräten u_{ref} ist an allen Standorten < 2 µg/m³.

Tabelle 34: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, Rohdaten

BAM-1020, PM2,5	33.1% > 17 µg m-3	Orthogonale Regression									Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	12.6	248	0.967	1.000	+/-	0.012	0.764	+/-	0.204		0.33	1.38
< 18 µg m-3	9.8	174	0.889	0.971	+/-	0.025	1.066	+/-	0.267		0.34	1.05
> 18 µg m-3	15.9	74	0.926	1.031	+/-	0.033	-0.068	+/-	0.919		0.30	1.57

SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 30 µg m^{-3}	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		W_{CM} / %	% > 17 µg m^{-3}
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994	+/-	0.030	1.822	+/-	0.372		17.11	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980	+/-	0.024	0.960	+/-	0.512		12.79	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052	+/-	0.036	-0.962	+/-	0.527		11.61	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970	+/-	0.014	-0.182	+/-	0.300		10.28	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^{-3}	175	0.849	0.955	+/-	0.028	1.137	+/-	0.306		11.46	4.6
	> 18 µg m^{-3}	76	0.907	0.984	+/-	0.035	0.584	+/-	0.975		16.02	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969	+/-	0.013	0.989	+/-	0.226		12.90	33.5

SN 17011	Datensatz	Orthogonale Regression									Grenzwert 30 µg m^{-3}	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua		W_{CM} / %	% > 17 µg m^{-3}
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016	+/-	0.025	1.018	+/-	0.308		14.66	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061	+/-	0.019	0.430	+/-	0.405		17.91	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134	+/-	0.048	-1.498	+/-	0.727		23.91	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991	+/-	0.014	0.630	+/-	0.293		7.41	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^{-3}	178	0.881	1.021	+/-	0.026	0.634	+/-	0.286		13.44	4.5
	> 18 µg m^{-3}	75	0.929	1.092	+/-	0.034	-1.108	+/-	0.952		19.03	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041	+/-	0.012	0.377	+/-	0.214		16.28	32.8

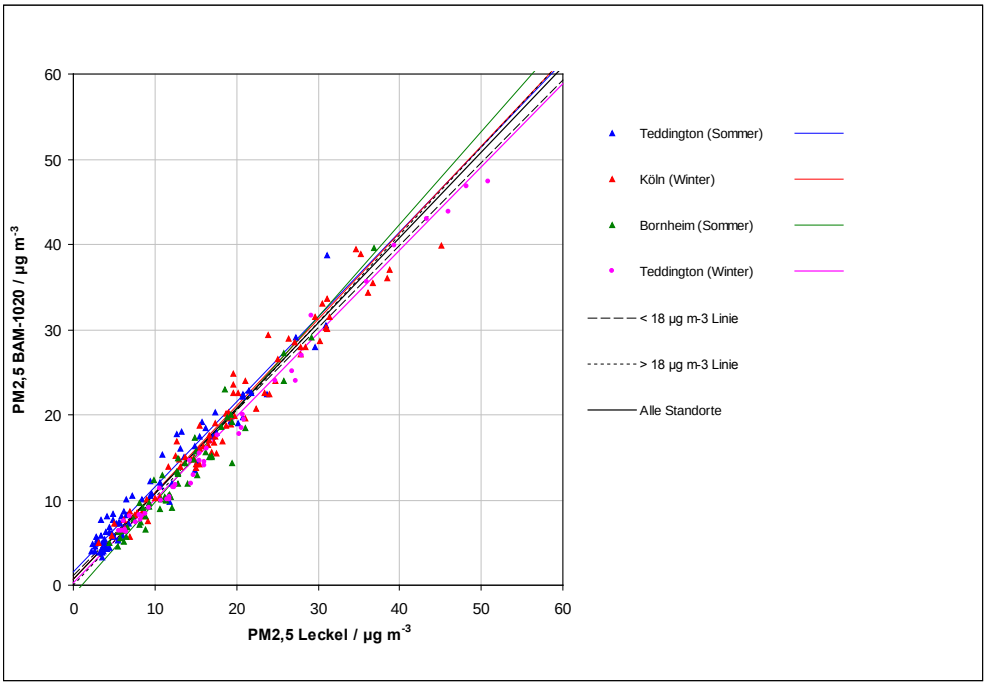


Abbildung 51: Referenz vs. Testgerät, SN 17010 & SN 17011, alle Standorte

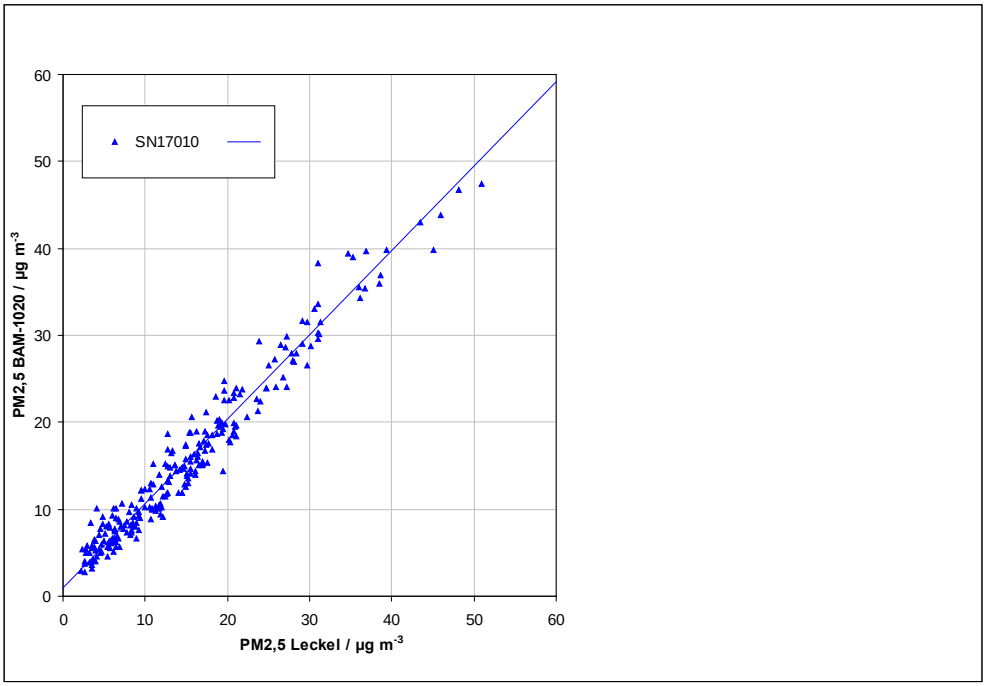


Abbildung 52: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, alle Standorte

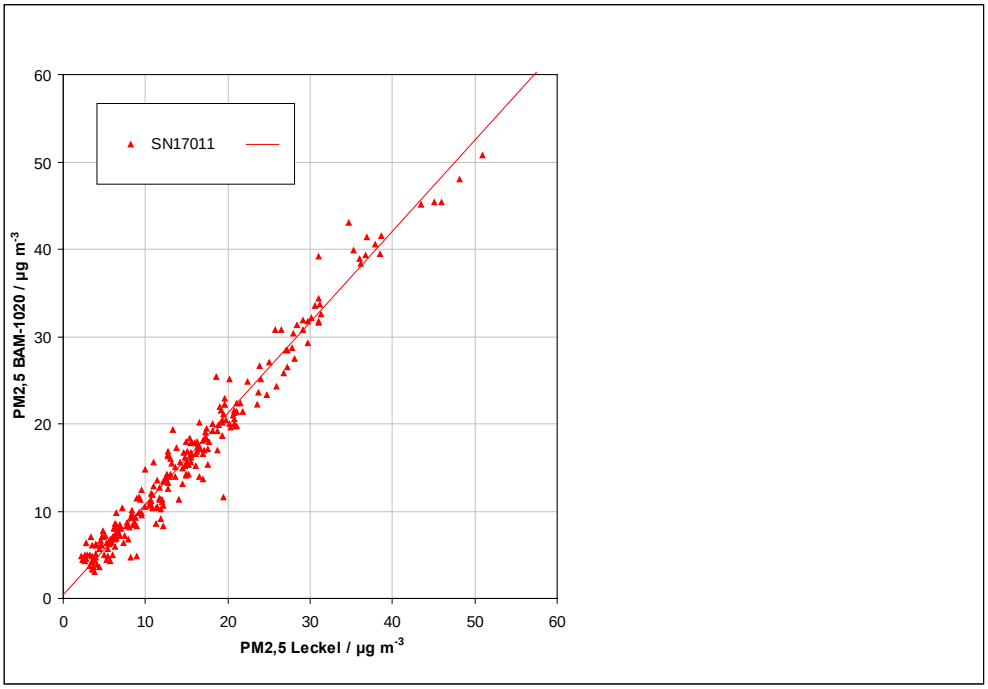


Abbildung 53: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, alle Standorte

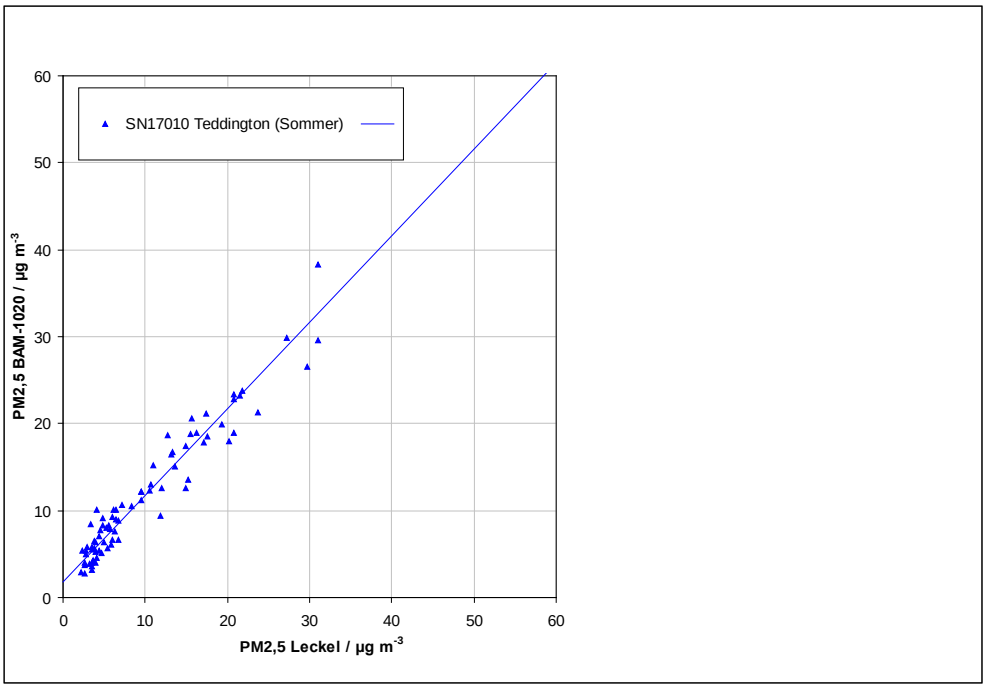


Abbildung 54: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Sommer

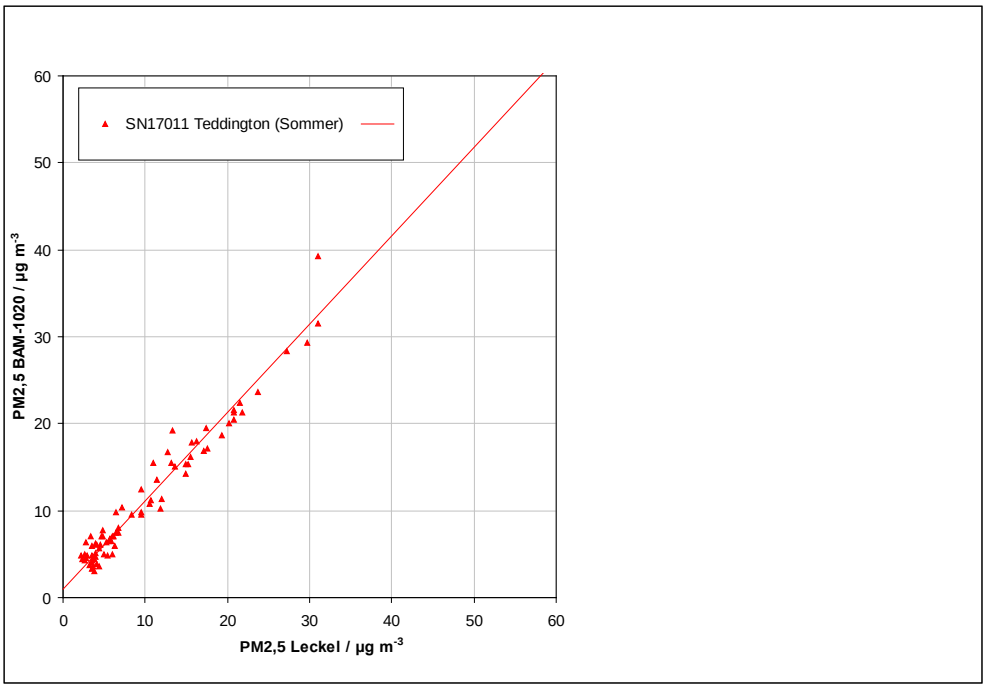


Abbildung 55: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Sommer

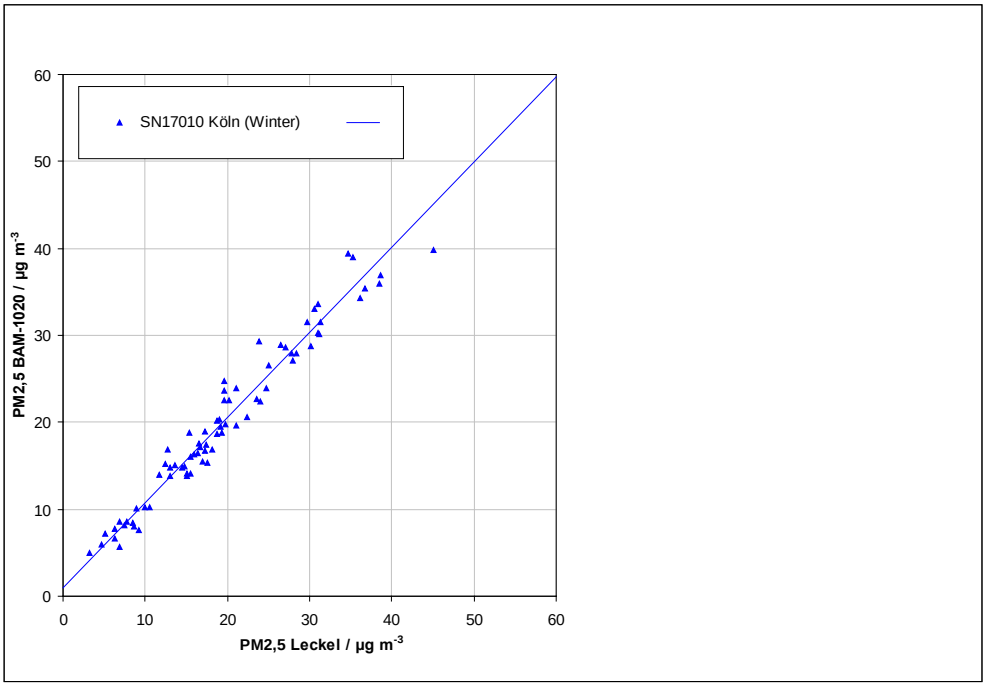


Abbildung 56: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Köln, Winter

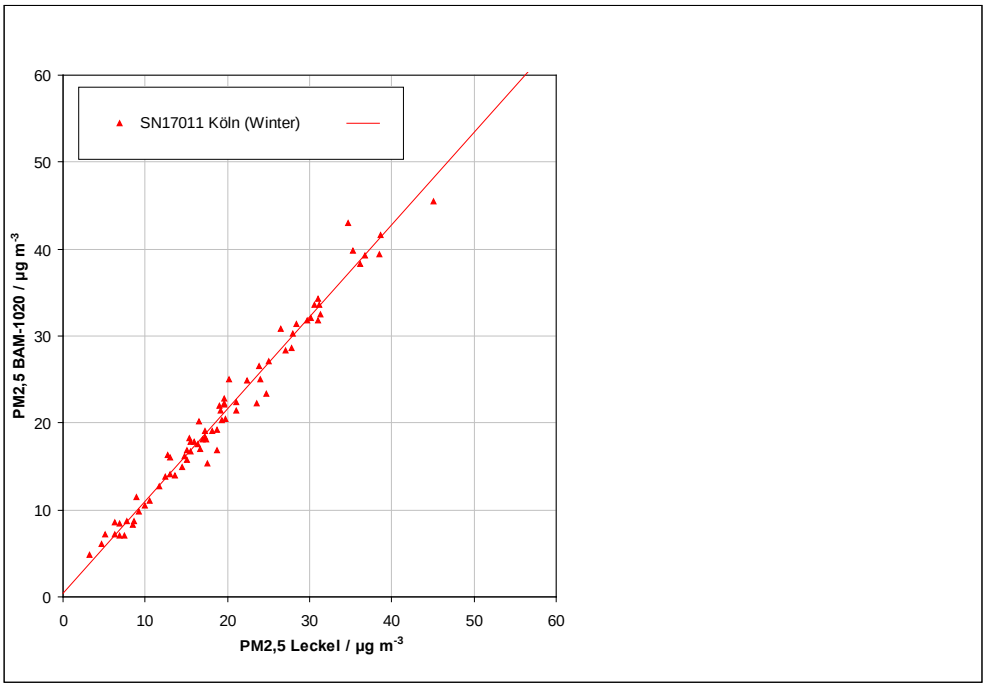


Abbildung 57: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Köln, Winter

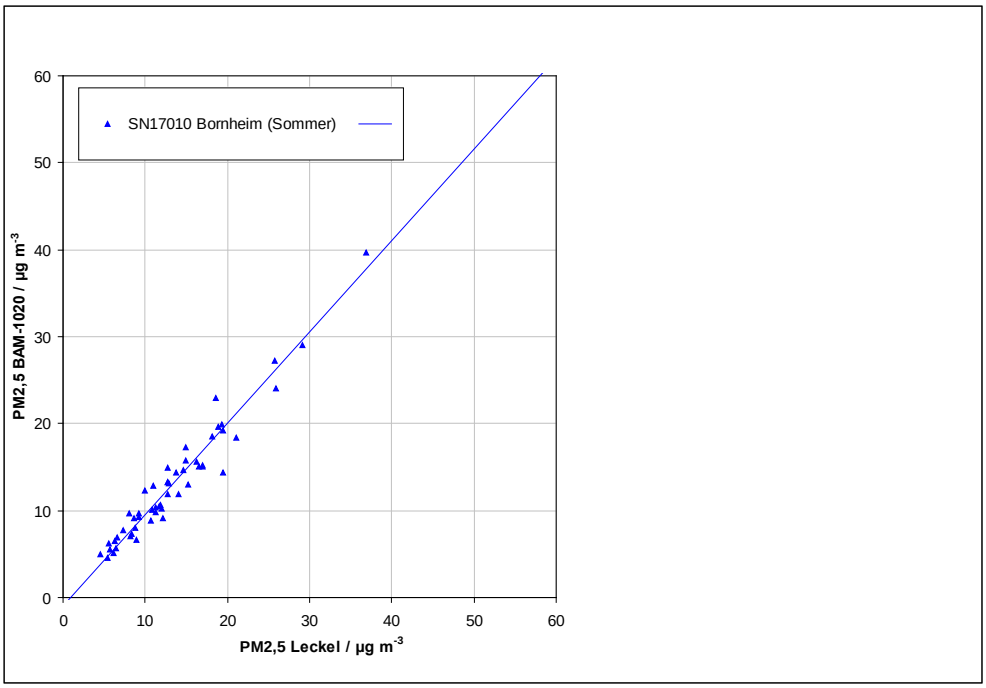


Abbildung 58: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Bornheim, Sommer

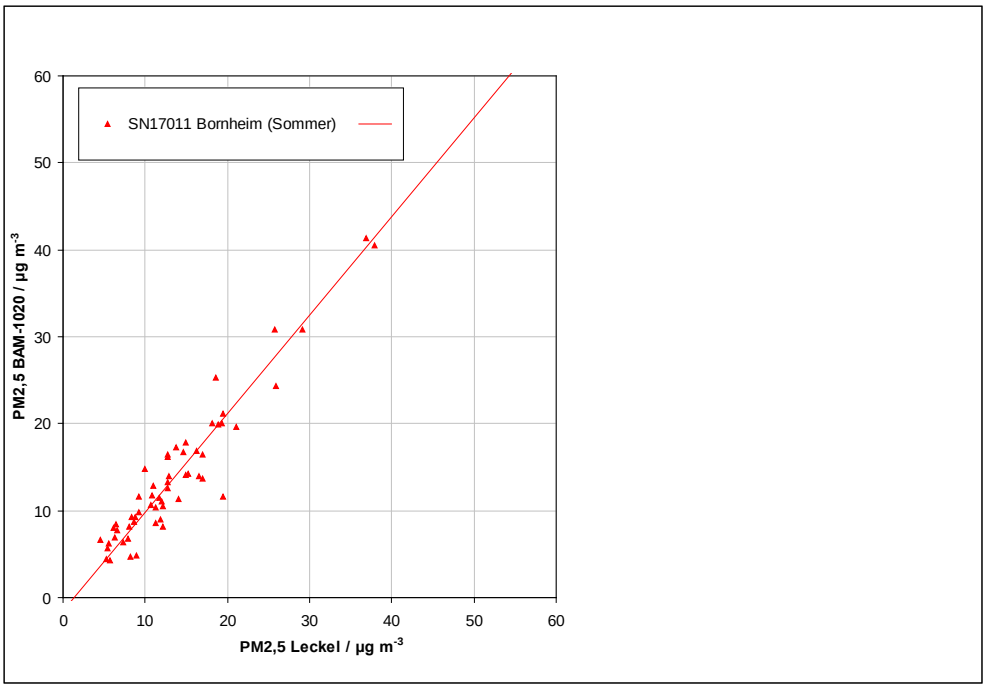


Abbildung 59: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Bornheim, Sommer

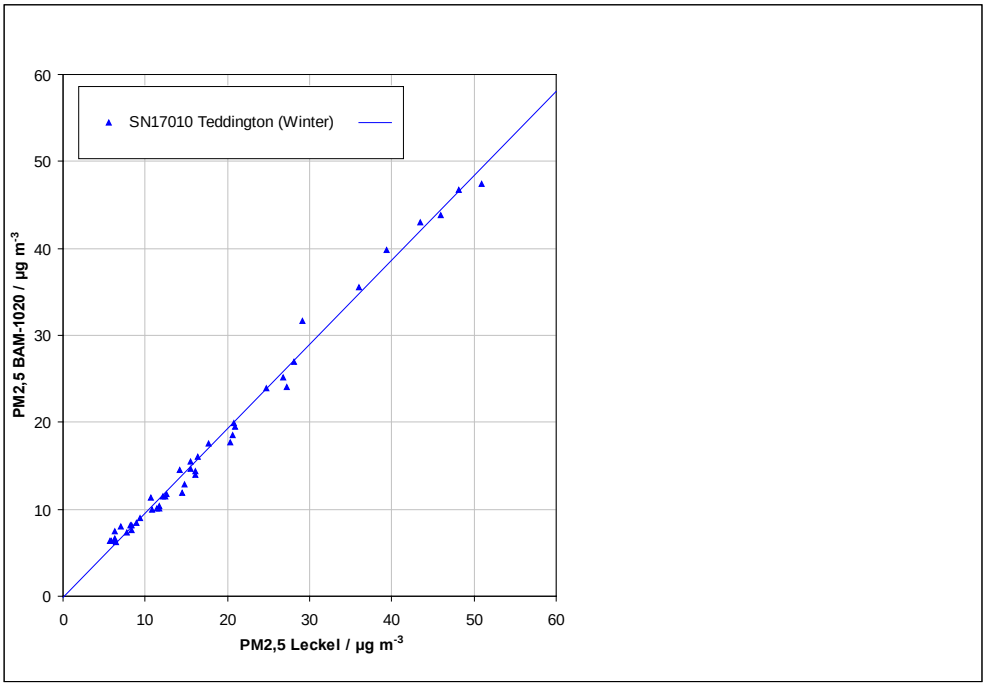


Abbildung 60: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Teddington, Winter

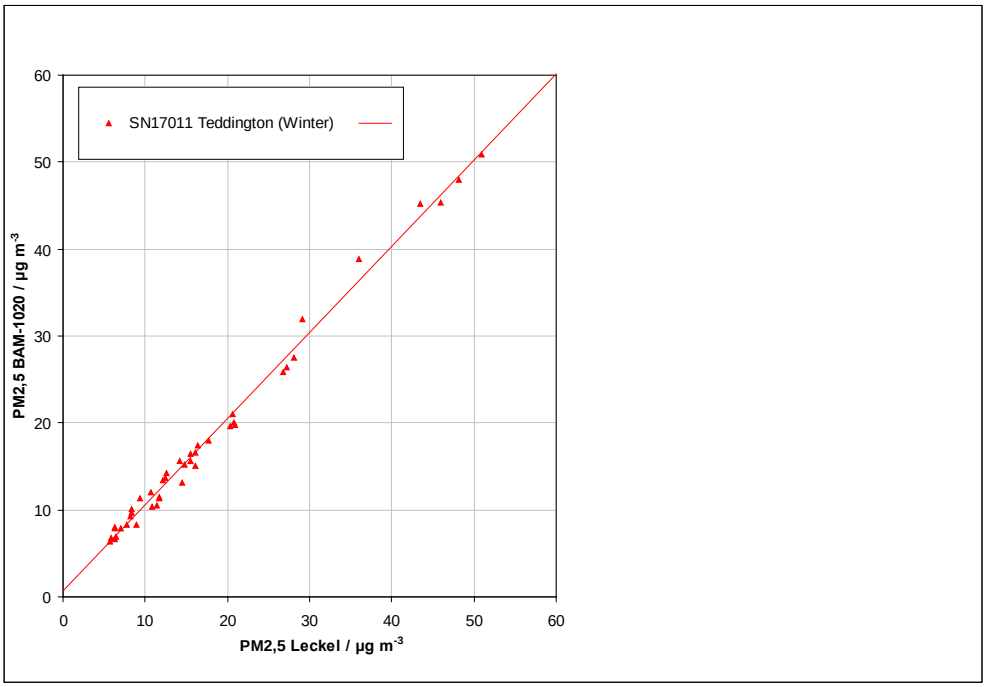


Abbildung 61: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Teddington, Winter

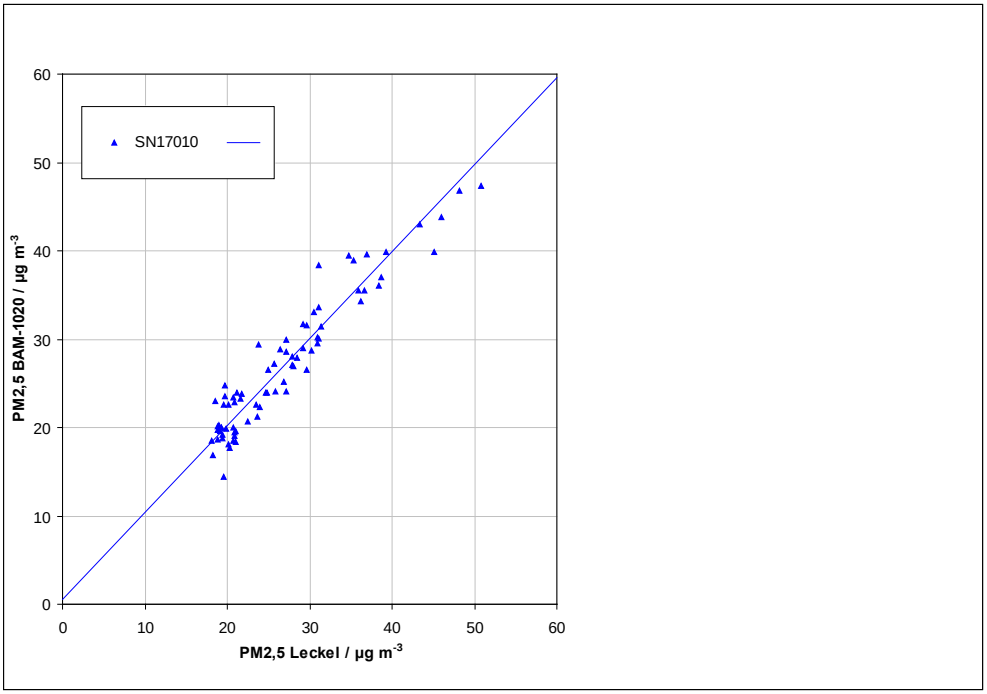


Abbildung 62: Referenz vs. Testgerät, SN 17010, Werte ≥ 18 µg/m³

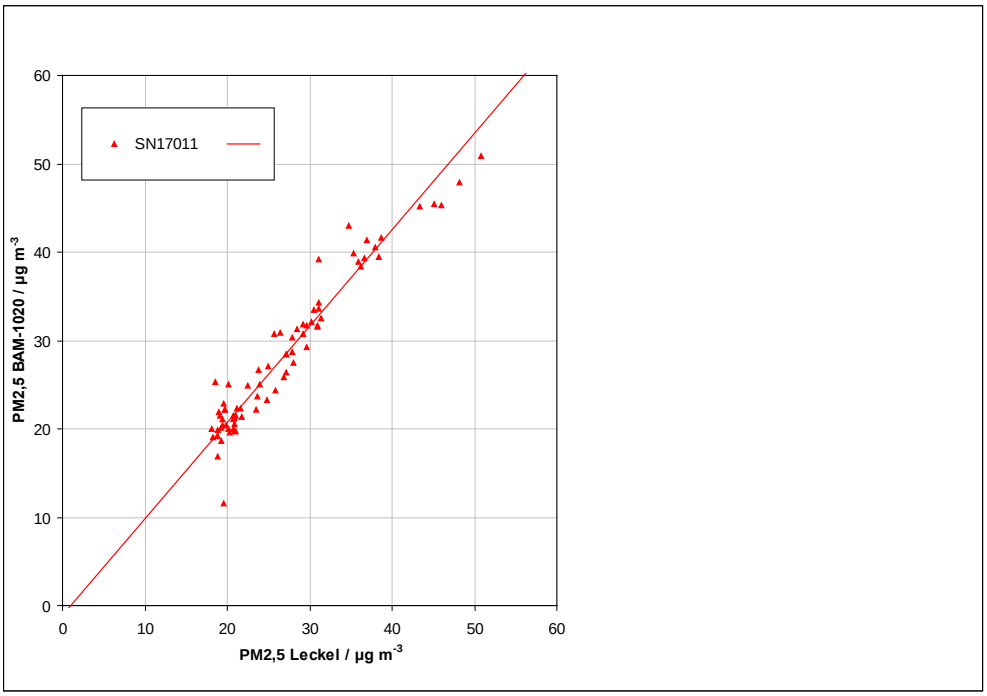


Abbildung 63: Referenz vs. Testgerät, SN 17011, Werte ≥ 18 µg/m³

7.1 Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen [9.7]

Ist die höchste errechnete erweiterte Unsicherheit der Prüflinge größer als die in den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] festgelegte erweiterte relative Unsicherheit, ist eine Anwendung von Korrekturfaktoren/-termen zulässig. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen gemäß den Punkten 9.5.2.2ff. des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ erfüllen.

7.2 Gerätetechnische Ausstattung

Bei dieser Mindestanforderung nicht erforderlich.

7.3 Durchführung der Prüfung

Siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6.

7.4 Auswertung

Tritt bei der Auswertung der Rohwerte gemäß Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 der Fall $W_{CM} > W_{dqo}$ auf, d.h. Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet, dann ist es zulässig, einen Korrekturfaktor oder -term anzuwenden, der aus der Regressionsgleichung für den gesamten Datensatz resultiert. Die korrigierten Werte müssen die Anforderungen für alle Datensätze oder Teildatensätze erfüllen (siehe Modul 9.5.2.2 – 9.5.6). Darüber hinaus kann eine Korrektur auch für den Fall, dass $W_{CM} \leq W_{dqo}$ ist, genutzt werden, um die Genauigkeit der Prüflinge zu verbessern.

Es können drei verschiedene Fälle auftreten:

a) Steigung b nicht signifikant von 1 verschieden: $|b-1| \leq 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

b) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$,
   Achsenabschnitt a nicht signifikant von 0 verschieden: $|a| \leq 2u(a)$

c) Steigung b signifikant von 1 verschieden: $|b-1| > 2u(b)$
   Achsenabschnitt a signifikant von 0 verschieden: $|a| > 2u(a)$

zu a)

Der Wert des Achsenabschnittes a kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = y_i - a$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + u^2(a)$$

mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu b)

Der Wert der Steigung b kann als Korrekturterm verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt.

zu c)

Die Werte der Steigung b und des Achsenabschnittes a können als Korrekturterme verwendet werden, um alle Eingangswerte y_i gemäß folgender Gleichung zu korrigieren.

$$y_{i,corr} = \frac{y_i - a}{b}$$

Die resultierenden Werte von $y_{i,corr}$ können dazu dienen, mit einer neuen linearen Regression die folgenden neuen Terme zu berechnen:

$$y_{i,corr} = c + dx_i$$

und

$$u^2_{c\_s}(y_{i,corr}) = \frac{RSS}{(n-2)} - u^2(x_i) + \left[c + (d-1)x_i\right]^2 + x_i^2 u^2(b) + u^2(a)$$

mit u(b) = Unsicherheit der Originalsteigung b, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln und mit u(a) = Unsicherheit des Originalachsenabschnittes a, deren Wert benutzt wurde, um $y_{i,corr}$ zu ermitteln.

Algorithmen zur Berechnung von Achsabschnitten sowie Steigungen und ihrer Varianzen mittels orthogonaler Regression sind im Anhang B von [4] ausführlich beschrieben. RSS wird analog zur Berechnung in Modul 9.5.2.2 – 9.5.6 ermittelt

Die Werte für $u_{c\_s,corr}$ werden dann zur Berechnung der kombinierten relativen Unsicherheit der Prüflinge nach der Korrektur gemäß der folgenden Gleichung herangezogen:

$$w^2_{c,CM,corr}(y_i) = \frac{u^2_{c\_s,corr}(y_i)}{y_i^2}$$

Für den korrigierten Datensatz wird die Unsicherheit $w_{c,CM,corr}$ am 24 h-Grenzwert berechnet, wobei y_i als Konzentration am Grenzwert eingesetzt wird.

Die erweiterte relative Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird entsprechend der folgenden Gleichung berechnet:

$$W_{CM',corr} = k \cdot w_{CM,corr}$$

In der Praxis wird bei großen n für k = 2 eingesetzt.

Die größte resultierende Unsicherheit $W_{CM,corr}$ wird mit den Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen nach EU-Richtlinie [7] verglichen und bewertet. Es sind zwei Fälle möglich:

1. $W_{CM,corr} \leq W_{dqo}$ → Prüfling wird als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.
2. $W_{CM,corr} > W_{dqo}$ → Prüfling wird nicht als gleichwertig zum Referenzverfahren betrachtet.

Die festgelegte erweiterte relative Unsicherheit W_{dqo} beträgt für Feinstaub 25 % [7].

7.5 Bewertung

Die Prüflinge erfüllen während der Prüfung die Anforderungen an die Datenqualität von Immissionsmessungen schon ohne eine Anwendung von Korrekturfaktoren.

Mindestanforderung erfüllt? ja

Die Auswertung des Gesamtdatensatzes für beide Prüflinge ergibt jedoch einen signifikanten Achsabschnitt (siehe Tabelle 34). Der Achsabschnitt für den Gesamtdatensatz liegt bei 0,764. Aus diesem Grunde wurde eine Achsabschnittskorrektur des gesamten Datensatzes durchgeführt und mit den korrigierten Werten alle Datensätze neu ausgewertet. Alle Datensätze erfüllen auch nach der Korrektur die Anforderungen an die Datenqualität. und die Verbesserung in den erweiterten Messunsicherheiten ist nur marginal, obwohl es in einigen Fällen sogar zu einer Erhöhung kommt (z.B. Teddington (Winter) für 17010).

Die Version des Leitfadens vom Juli 2009 verlangt für den Fall des Betriebs der Messeinrichtung in einem Messnetz, dass die Geräte jährlich an einer Anzahl von Messstellen, die wiederum abhängig ist von der höchsten erweiterten Unsicherheit in der Äquivalenzprüfung, überprüft werden. Das entsprechende Kriterium zur Festlegung der Anzahl der Messstellen ist in 5 % Schritte unterteilt (Leitfaden [4], Kapitel 9.9.2, Tabelle 6). Es bleibt festzustellen, dass die höchste ermittelte erweiterte Unsicherheit sowohl vor als auch nach der Korrektur des Achsabschnitts bei SN 17011 in Bornheim (Sommer) im Bereich 20 % bis 25 % liegt.

Die Anwendung eines Korrekturfaktors für den BAM-1020 für PM2,5 verbessert daher die erweiterten Messunsicherheiten leicht, bringt aber keinen entscheidenden Vorteil. Der Nachweis der Äquivalenz der Messeinrichtung BAM-1020 für PM2,5 kann auch ohne Anwendung von Korrekturfaktoren und -termen gezeigt werden.

Die entsprechende Umsetzung der oben genannten Anforderung zur regelmäßigen Überprüfung in den Messnetzen liegt in der Verantwortung des Messnetzbetreibers oder der zuständigen Behörde des Mitgliedstaates. Allerdings empfehlen der TÜV Rheinland wie auch die englischen Partner, dass die erweiterte Unsicherheit des Gesamtdatensatzes des Datensatzes hierzu herangezogen wird, nämlich 12,6 % (unkorrigierter Datensatz) respektive 11,6 % (Datensatz nach Offset-Korrektur), was wiederum eine jährliche Überprüfung an 3 Messorten erfordern würde.

7.6 Umfassende Darstellung des Prüfergebnisses

Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse der Auswertungen der Äquivalenzprüfung nach Anwendung des Korrekturfaktors für den Achsabschnitt auf den Gesamtdatensatz.

Tabelle 35: Zusammenstellung der Ergebnisse der Äquivalenzprüfung, SN 17010 & SN 17011, nach Korrektur Achsabschnitt

BAM-1020, PM2,5 korrigiert um Achsabschnitt 0,764	33.1% > 17 µg m-3	Orthogonale Regression								Unsicherheit zwischen den Geräten	
	W_{CM} / %	n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua	Referenz	Prüflinge
Alle Standorte	11.6	248	0.967	1.000	+/-	0.012	0.000	+/-	0.204	0.33	1.38
< 18 µg m-3	10.5	174	0.889	0.971	+/-	0.025	0.302	+/-	0.267	0.34	1.05
> 18 µg m-3	14.9	74	0.926	1.031	+/-	0.033	-0.832	+/-	0.919	0.30	1.57

SN 17010	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 30 µg m^{-3}	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua	W_{CM} / %	% > 17 µg m^{-3}
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.931	0.994	+/-	0.030	1.058	+/-	0.372	14.46	19.2
	Köln (Winter)	75	0.957	0.980	+/-	0.024	0.196	+/-	0.512	12.96	56.0
	Bornheim (Sommer)	53	0.941	1.052	+/-	0.036	-1.726	+/-	0.527	11.08	20.8
	Teddington (Winter)	45	0.991	0.970	+/-	0.014	-0.946	+/-	0.300	14.40	35.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^{-3}	175	0.849	0.955	+/-	0.028	0.373	+/-	0.306	13.21	4.6
	> 18 µg m^{-3}	76	0.907	0.984	+/-	0.035	-0.180	+/-	0.975	16.67	100.0
	Alle Standorte	251	0.957	0.969	+/-	0.013	0.225	+/-	0.226	13.78	33.5

SN 17011	Datensatz	Orthogonale Regression								Grenzwert 30 µg m^{-3}	
		n_{c-s}	r^2	Steigung (b)	+/-	ub	Achsabschnitt (a)	+/-	ua	W_{CM} / %	% > 17 µg m^{-3}
Einzeldatensätze	Teddington (Sommer)	78	0.955	1.016	+/-	0.025	0.254	+/-	0.308	11.85	19.2
	Köln (Winter)	75	0.977	1.061	+/-	0.019	-0.334	+/-	0.405	14.00	56.0
	Bornheim (Sommer)	57	0.901	1.134	+/-	0.048	-2.262	+/-	0.727	20.72	21.1
	Teddington (Winter)	43	0.992	0.991	+/-	0.014	-0.134	+/-	0.293	7.59	32.6
Gesamtdatensätze	< 18 µg m^{-3}	178	0.881	1.021	+/-	0.026	-0.130	+/-	0.286	11.10	4.5
	> 18 µg m^{-3}	75	0.929	1.092	+/-	0.034	-1.872	+/-	0.952	16.67	100.0
	Alle Standorte	253	0.966	1.041	+/-	0.012	-0.387	+/-	0.214	13.52	32.8

8 Empfehlungen zum Praxiseinsatz

Arbeiten im Wartungsintervall (4 Wochen)

Folgende regelmäßige Arbeiten sind an der geprüften Messeinrichtung erforderlich:

- Regelmäßige Sichtkontrolle / Telemetrische Überwachung
- Gerätestatus in Ordnung
- Keine Fehlermeldungen
- Keine Verschmutzungen
- Überprüfung der Gerätefunktionen nach Anweisung des Herstellers
- Kontrolle des Filterbandvorrates
- Wartung des Probenahmekopfes gemäß Herstellerangaben
- Alle 4 Wochen: Plausibilitätskontrolle Temperatur-, Drucksensoren, ggf. Nachkalibrierung
- Alle 4 Wochen: Überprüfung der Dichtigkeit und der Durchflussrate

Im Übrigen sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

Die Messeinrichtung führt bei jedem Messzyklus standardmäßig eine interne Überprüfung des Nullpunktes (Leermessung) sowie der Empfindlichkeit (Messung mit Referenzfolie) durch. Die Ergebnisse dieser Überprüfungen können zur kontinuierlichen Überprüfung der Stabilität der radiometrischen Messung verwendet werden.

Weitergehende Wartungsarbeiten

Über die regelmäßigen Wartungsarbeiten im Wartungsintervall hinausgehend sind folgende Tätigkeiten durchzuführen:

- Nach ca. 2 Monaten Austausch des Filterbandes (Messzyklus: 60 min). Nach dem Austausch sollte in jedem Fall ein Geräteselbsttest gemäß Kapitel 3.5 des Handbuchs durchgeführt werden.
- Alle 2 Monate Kalibrierung der Durchflussrate.
- Alle 6 Monate Abluftschalldämpfer an der Pumpe tauschen.
- Alle 6 Monate Sensoren für die Umgebungstemperatur, Luftdruck, Filter-Temperatur und Filter-rH gemäß Bedienungshandbuch überprüfen.
- Alle 6 Monate den Flowcontroller, die Pumpe und die Probenahmeheizung gemäß Bedienungshandbuch überprüfen.
- Alle 12 Monate sollte eine 72-stündiger BKGD-Test mit Hilfe des Nullfilter-Kits BX-302 gemäß Handbuch Punkt 7.7 durchgeführt werden.
- Einmal im Jahr sind zusätzlich im Rahmen einer jährlichen Grundwartung die Kohleschieber der Vakuumpumpe (nur Drehschieberpumpe) zu kontrollieren und ggf. auszutauschen.
- Während der jährlichen Grundwartung ist auch auf die Reinigung des Probenahmerohres zu achten.

Weitere Einzelheiten können der Bedienungsanleitung entnommen werden.

Immissionsschutz/Luftreinhaltung

Karsten Pletscher

Dr. Peter Wilbring

Köln, 26.03.2010
936/21209919/A

9 Literaturverzeichnis

[1] VDI-Richtlinie 4202, Blatt 1, „Mindestanforderungen an automatische Immissionsmesseinrichtungen bei der Eignungsprüfung – Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen“, Juni 2002

[2] VDI-Richtlinie 4203, Blatt 3, „Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen“, August 2004

[3] Europäische Norm EN 14907, „Luftbeschaffenheit – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM2,5-Massenfraktion des Schwebstaubs“, Deutsche Fassung EN 14907: 2005

[4] Leitfaden „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods”, Englische Fassung vom Juli 2009

[5] Bedienungshandbuch BAM-1020, Stand 9800-RevG

[6] Bedienungshandbuch LVS3, Stand 2000

[7] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

[8] Bericht „UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter“, Berichts-Nr.: BV/AQ/AD202209/DH/2396 vom 05.06.2006

10 Anlagen

Anhang 1 **Mess- und Rechenwerte**

Anlage 1: Nachweisgrenze

Anlage 2: Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes / der Empfindlichkeit

Anlage 3: Netzspannungsabhängigkeit

Anlage 4: Messwerte aus den Feldteststandorten

Anlage 5: Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten

Anlage 6: Software-Version BAM-1020

Anhang 2 **Verfahren zur Filterwägung**

Anhang 3 **Handbücher**

Anlage 1 — Nachweisgrenze — Blatt 1 von 1

Hersteller	Met One Instruments			
Gerätetyp	BAM-1020	Standards	NP	Messwert mit Nullfilter
Serien-Nr.	SN 17010 & SN 17011			

Nr.	Datum	Messwerte [µg/m³] SN 17010	SN 17011
1	14.05.2009	-0,76	-0,62
2	15.05.2009	-1,18	-1,45
3	16.05.2009	-0,97	-1,70
4	17.05.2009	-0,01	-1,62
5	18.05.2009	-0,72	-1,33
6	19.05.2009	-0,68	-0,45
7	20.05.2009	0,37	-0,53
8	21.05.2009	-1,72	-1,99
9	22.05.2009	-0,64	-0,91
10	23.05.2009	0,70	-1,45
11	24.05.2009	-1,05	-0,49
12	25.05.2009	-0,80	-0,78
13	26.05.2009	-0,47	-1,16
14	27.05.2009	-0,09	-0,53
15	28.05.2009	-0,22	-1,41
	Anzahl Werte	15	15
	Mittelwert	-0,55	-1,09
	Standardabweichung s_{x0}	0,62	0,51
	Nachweisgrenze X	**1,33**	**1,09**

$$s_{xo} = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \cdot \sum_{i=1,n} (x_{0i} - \overline{x_0})^2}$$

Anlage 2 **Umgebungstemperaturabhängigkeit am Nullpunkt/Referenzpunkt** **Blatt 1 von 1**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Standards NP Messwert mit Nullfilter
RP eingebaute Referenzfolie

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 17010	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
NP	1	20	1,4	-	0,1	-	2,4	-		
	2	5	1,6	0,2	1,7	1,6	1,5	-0,9		
	3	20	-1,0	-2,4	0,7	0,7	0,7	-1,7		
	4	40	-1,3	-2,8	2,1	2,0	0,2	-2,3		
	5	20	0,1	-1,4	1,1	1,0	4,5	2,1		
SN 17011	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]	Messwert MetOne [µg/m³]	Abw. [µg/m³]		
NP	1	20	-0,7	-	-1,6	-	-1,7	-		
	2	5	-0,4	0,3	-0,5	1,0	-0,1	1,6		
	3	20	-0,7	0,0	-1,0	0,5	-1,0	0,6		
	4	40	-2,5	-1,8	-3,0	-1,4	-3,2	-1,5		
	5	20	-1,6	-0,9	-0,7	0,9	-1,2	0,4		
SN 17010	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	20	829,8	-	829,6	-	829,3	-		
	2	5	829,4	0,0	829,3	0,0	829,3	0,0		
	3	20	829,7	0,0	829,7	0,0	829,6	0,0		
	4	40	830,8	0,1	830,7	0,1	831,8	0,3		
	5	20	829,6	0,0	829,3	0,0	829,6	0,0		
SN 17011	Nr.	Temperatur [°C]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	20	822,9	-	821,9	-	823,3	-		
	2	5	821,8	-0,1	822,4	0,1	823,3	0,0		
	3	20	822,6	0,0	823,3	0,2	823,7	0,0		
	4	40	823,8	0,1	825,4	0,4	826,4	0,4		
	5	20	821,9	-0,1	823,3	0,2	823,8	0,1		

Anlage 3 **Netzspannungsabhängigkeit am Referenzpunkt** **Blatt 1 von 1**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Standards RP eingebaute Referenzfolie

			Durchgang 1		Durchgang 2		Durchgang 3			
SN 17010	Nr.	Spannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	230	827,7	-	828,6	-	828,4	-		
	2	190	828,3	0,1	829,3	0,1	829,9	0,2		
	3	230	828,8	0,1	828,2	0,0	828,2	0,0		
	4	245	828,1	0,0	828,1	-0,1	829,3	0,1		
	5	230	829,8	0,3	828,4	0,0	829,0	0,1		
SN 17011	Nr.	Spannung [V]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]	Messwert Folie [µg/cm²]	Abw. [%]		
RP	1	230	823,1	-	823,2	-	822,4	-		
	2	190	823,2	0,0	822,7	-0,1	823,3	0,1		
	3	230	822,1	-0,1	821,6	-0,2	823,7	0,2		
	4	245	823,4	0,0	823,1	0,0	822,4	0,0		
	5	230	821,8	-0,2	822,5	-0,1	822,6	0,0		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 1 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
1	24.07.2008			32,9	32,0				Nullfilter	Teddington (Sommer)
2	25.07.2008	15,4	15,1	22,5	23,6	65,9	13,6	15,3		
3	26.07.2008			21,0	21,6		15,5	14,1	Ausreisser Ref. PM2,5	
4	27.07.2008	13,1	13,2	19,0	19,9	67,8	16,5	15,5		
5	28.07.2008	13,5	13,6	20,3	20,3	66,9	15,0	15,1		
6	29.07.2008	4,2	4,7	11,8	12,1	37,4	7,7	6,0		
7	30.07.2008	9,6	9,5	16,2	16,5	58,4	12,2	9,5		
8	31.07.2008	10,8	11,0	22,2	22,4	49,0	15,2	15,5		
9	01.08.2008	4,2	5,5	16,3	15,5	30,3	9,1	7,7		
10	02.08.2008	2,4	2,2				5,3	4,4	Ausreisser Ref. PM10	
11	03.08.2008	2,0	2,5	8,2	8,4	26,8	3,0	4,9		
12	04.08.2008	3,4	4,4	9,4	9,6	41,1	5,2	4,7		
13	05.08.2008	3,1	3,6	7,5	7,3	45,1	8,4	7,0		
14	06.08.2008								Stromausfall	
15	07.08.2008	5,4	6,2	11,9	11,4	50,2			Stromausfall	
16	08.08.2008	5,2	6,2	9,9	9,6	58,5	7,8	6,7		
17	09.08.2008	2,3	3,3	7,1	7,3	39,3	5,0	6,4		
18	10.08.2008	3,9	4,1	11,7	11,2	34,7	4,0	5,1		
19	11.08.2008	5,6	6,0	13,7	13,5	42,7	6,1	6,4		
20	12.08.2008	3,5	3,5	10,6	10,5	33,2	3,1	3,3		
21	13.08.2008	3,5	3,8	11,8	11,4	31,7	4,2	3,7		
22	14.08.2008	6,1	6,5	11,0	11,1	56,9	7,6	6,0		
23	15.08.2008	5,6	6,3	10,0	11,6	55,4	6,6	5,0		
24	16.08.2008	5,5	5,5				5,7	4,8	Ausreisser Ref. PM10	
25	17.08.2008	2,7	2,7	8,7	8,5	31,2	3,7	4,3		
26	18.08.2008								Nullfilter	
27	19.08.2008	4,6	4,7	12,5	13,0	36,6	5,2	7,0		
28	20.08.2008	3,9	4,1	10,2	10,1	39,6	6,4	6,2		
29	21.08.2008	6,5	6,8	13,2	13,5	50,2	8,9	7,5		
30	22.08.2008	5,2	4,9	9,5	9,3	53,6	6,3	5,0		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 2 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
31	23.08.2008	4,5	4,4	9,2	9,5	47,4	7,0	5,6		Teddington (Sommer)
32	24.08.2008	3,5	3,5	8,6	8,7	40,3	5,7	4,3		
33	25.08.2008	6,5	6,5	12,9	13,0	50,0	10,2	9,9		
34	26.08.2008	4,8	4,9	10,7	9,5	47,9	8,3	7,0		
35	27.08.2008	7,4	7,0	13,4	13,6	53,2	10,7	10,4		
36	28.08.2008	9,6	9,3	14,1	14,2	66,8	12,1	12,4		
37	29.08.2008	13,7	12,8	20,1	19,1	67,8	16,8	19,3		
38	30.08.2008	31,6	30,5	43,8	43,2	71,4	38,3	39,2		
39	31.08.2008	13,3	12,1	22,0	21,6	58,5	18,7	16,8		
40	01.09.2008	2,9	2,6	8,1	8,1	33,9	5,5	4,6		
41	02.09.2008	3,0	2,4	11,8	12,4	22,3	4,1	5,0		
42	03.09.2008	3,6	3,3	14,2	14,3	24,2	5,5	6,0		
43	04.09.2008	4,1	3,7				6,5	4,4	Ausreisser Ref. PM10	
44	05.09.2008	2,6	2,7	7,5	7,6	35,0	2,7		Referenzfolie 17011 klemmt, 4h Ausfall wg. Reparatur	
45	06.09.2008	3,4	3,6	8,0	7,6	44,9	4,1	4,8		
46	07.09.2008	3,1	2,7	8,4	8,2	34,8	5,8	4,9		
47	08.09.2008	6,4	6,6	14,7	14,2	45,0	9,0	7,5		
48	09.09.2008	6,0	5,2	14,4	14,2	39,1	8,3	6,4		
49	10.09.2008	4,3	4,1	11,0	10,6	38,6	10,1	6,1		
50	11.09.2008	6,5	5,4	17,2	17,5	34,2	9,2	7,0		
51	12.09.2008	5,5	5,1	9,4	9,1	57,3	8,0	6,4		
52	13.09.2008	15,5	15,4	20,4	20,7	75,5	18,8	16,2		
53	14.09.2008	10,9	10,3	18,1	17,4	60,0	13,0	11,2		
54	15.09.2008	11,8	12,3	17,5	17,5	68,6	12,5	11,3		
55	16.09.2008	17,7	17,4	24,6	24,2	72,0	18,5	17,1		
56	17.09.2008	19,4	19,2	26,9	28,1	70,3	20,0	18,6		
57	18.09.2008	17,0	17,2	24,5	23,6	71,3	17,9	16,9		
58	19.09.2008	20,7	20,9	29,3	29,4	70,9	22,9	21,3		
59	20.09.2008	21,7	21,4	26,9	26,6	80,6	23,2	22,4		
60	21.09.2008	21,6	22,0	28,6	28,1	76,9	23,8	21,3		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 3 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
61	22.09.2008	14,8	15,0	22,3	22,6	66,3	17,4	15,3		Teddington
62	23.09.2008	6,3	6,1	18,0	17,8	34,5			Nullfilter	(Sommer)
63	24.09.2008	11,4	11,4	18,8	19,7	59,1		13,5	Filtertape 17010 gerissen	
64	25.09.2008	16,1	16,5	26,7	26,4	61,2	19,0	17,9		
65	26.09.2008	17,5	17,4	29,9	29,7	58,5	21,1	19,4		
66	27.09.2008	27,2	27,2	35,7	35,6	76,4	29,9	28,4		
67	28.09.2008						20,4	17,8		
68	29.09.2008	4,3	4,4	7,4	8,5	54,9	5,3	3,6		
69	30.09.2008	3,2	3,3	6,9	6,7	48,3	3,9	3,7		
70	01.10.2008						3,5	2,4		
71	02.10.2008						5,4	3,9		
72	03.10.2008						7,3	5,7		
73	04.10.2008						3,0	1,4		
74	05.10.2008						5,7	3,7		
75	06.10.2008						7,5	6,4		
76	07.10.2008						5,5	5,4		
77	08.10.2008						14,0	11,3		
78	09.10.2008	8,9	10,1	18,4	18,0	52,2	11,2	9,8		
79	10.10.2008	10,5	10,6	19,5	19,6	54,1	12,4	10,8		
80	11.10.2008	15,6	15,8	22,6	22,6	69,5	20,7	17,8		
81	12.10.2008	20,4	21,1	25,9	25,9	80,1	23,4	21,5		
82	13.10.2008	8,3	8,4	14,6	14,4	57,6	10,5	9,5		
83	14.10.2008	6,1	6,4	11,4	12,2	52,7	10,2	7,1		
84	15.10.2008	3,9	3,8	8,2	8,6	46,0	5,7	3,1		
85	16.10.2008								Nullfilter	
86	17.10.2008								Nicht in Betrieb	
87	18.10.2008								Nicht in Betrieb	
88	19.10.2008								Nicht in Betrieb	
89	20.10.2008								Nicht in Betrieb	
90	21.10.2008						7,5	7,5		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 4 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
91	22.10.2008						8,2	7,7		Teddington
92	23.10.2008						5,4	4,2		(Sommer)
93	24.10.2008						12,1	10,5		
94	25.10.2008						11,2	9,5		
95	26.10.2008						4,4	2,2		
96	27.10.2008						11,0	9,4		
97	28.10.2008						6,8	8,5		
98	29.10.2008						15,8	17,1		
99	30.10.2008						10,5	11,0		
100	31.10.2008	11,7	12,0	16,9	18,5	66,9	9,5	10,2		
101	01.11.2008	14,8	15,1	18,3	19,2	79,9	12,6	14,2		
102	02.11.2008	20,4	20,0	25,5	25,8	78,7	18,0	20,0		
103	03.11.2008	20,7	20,9	27,0	27,8	76,0	19,0	20,5		
104	04.11.2008	31,1	30,9	37,5	38,4	81,7	29,5	31,6		
105	05.11.2008	29,7	29,6	35,5	36,2	82,8	26,6	29,3		
106	06.11.2008	23,5	23,8	28,2	28,6	83,2	21,2	23,6		
107	07.11.2008	6,8	6,7	15,2	14,7	45,4	6,6	8,0		
108	08.11.2008	3,5	3,5	8,6	9,4	39,1	3,7	4,1		
109	09.11.2008	4,1	4,0	11,5	11,9	34,8	4,5	3,9		
110	04.12.2008						6,2	8,4		Köln
111	05.12.2008	9,1	9,2	12,5	13,0	71,6	7,5	9,9		(Winter)
112	06.12.2008						13,8	18,0		
113	07.12.2008	17,4	17,2	22,6	22,8	76,1	16,7	18,4		
114	08.12.2008	15,2	15,8	18,2	18,3	84,8	14,1	16,7		
115	09.12.2008	22,7	22,2				20,7	24,9	Ausreisser Ref. PM10	
116	10.12.2008	19,9	18,8	24,1	23,9	80,6	18,8	20,4		
117	11.12.2008	24,0	24,0	28,3	29,3	83,2	22,4	25,1		
118	12.12.2008	17,3	16,6	19,1	19,5	87,8	15,5	18,1		
119	13.12.2008	17,9	18,5				16,9	19,1	Ausreisser Ref. PM10	
120	14.12.2008						36,6	42,1		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 5 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
121	15.12.2008	31,3	31,4	34,9	34,7	90,1	31,5	32,5		Köln
122	16.12.2008	16,8	16,4	19,6	20,4	83,1	17,6	20,2		(Winter)
123	17.12.2008	20,1	20,1	32,3	33,2	61,5	22,5	25,1		
124	18.12.2008						12,1	14,5		
125	19.12.2008			20,3	21,6		10,5	12,1		
126	20.12.2008						7,4	8,9		
127	21.12.2008	7,1	8,5	11,1	11,1	70,5	8,6	8,7		
128	22.12.2008						15,4	15,9		
129	23.12.2008						21,2	22,6		
130	24.12.2008						24,1	25,4		
131	25.12.2008						8,2	7,4		
132	26.12.2008						12,0	12,3		
133	27.12.2008						19,7	20,9		
134	28.12.2008	27,9	27,9	33,7	33,9	82,6	27,0	30,3		
135	29.12.2008						33,5	37,0		
136	30.12.2008						45,7	48,9		
137	31.12.2008						98,2	111,5		
138	01.01.2009						82,0	88,9		
139	02.01.2009						46,3	47,5		
140	03.01.2009						32,9	36,9		
141	04.01.2009	30,0	30,4	35,1	36,7	84,1	28,7	32,1		
142	05.01.2009	14,7	15,4	17,0	16,3	90,3	14,1	16,8		
143	06.01.2009	34,6	34,8	49,7	48,6	70,7	39,4	43,0		
144	07.01.2009								Nullfilter	
145	08.01.2009						35,5	36,3		
146	09.01.2009	38,8	38,6	48,6	47,7	80,4	37,0	41,6		
147	10.01.2009	45,7	44,6	48,3	48,8	92,9	39,9	45,4		
148	11.01.2009						41,9	46,5		
149	12.01.2009	38,4	38,4	42,7	42,9	89,7	36,0	39,4		
150	13.01.2009	36,3	36,0	41,7	41,6	86,8	34,3	38,3		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 6 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
151	14.01.2009	31,1	31,3	38,2	38,2	81,5	30,1	33,7		Köln
152	15.01.2009	28,4	28,5	32,2	32,0	88,6	27,9	31,3		(Winter)
153	16.01.2009	36,6	36,8	39,9	40,2	91,6	35,5	39,3		
154	17.01.2009						16,8	16,5		
155	18.01.2009	5,0	4,4	8,5	7,9	57,3	5,9	6,1		
156	19.01.2009	3,0	3,3	6,7	5,9	50,0	5,0	4,9		
157	20.01.2009			14,2	14,5		9,7	11,0	Ausreisser Ref. PM2,5	
158	21.01.2009	16,0	16,0	21,2	21,6	74,5	16,3	17,8		
159	22.01.2009	6,2	6,3	9,0	8,6	71,3	7,7	7,2		
160	23.01.2009	5,3	4,9	9,2	9,1	55,5	7,2	7,2		
161	24.01.2009						17,4	18,7		
162	25.01.2009	16,4	16,6	21,0	20,4	79,4	16,4	17,6		
163	26.01.2009	35,1	35,5	44,8	43,8	79,6	38,9	39,9		
164	27.01.2009	31,0	31,2	37,4	37,5	83,0	33,6	34,3		
165	28.01.2009	29,9	29,4	33,5	33,9	87,9	31,5	31,7		
166	29.01.2009						28,4	31,3		
167	30.01.2009	23,6	24,1	29,5	29,2	81,2	29,4	26,6		
168	31.01.2009						7,1	7,9		
169	01.02.2009	15,2	15,6	17,8	18,1	85,9	18,7	18,3		
170	02.02.2009								Nullfilter	
171	03.02.2009			41,3	41,0		37,1	39,4	Ausreisser Ref. PM2,5	
172	04.02.2009	30,9	30,2	34,3	34,2	89,1	33,0	33,5		
173	05.02.2009	17,6	17,1	21,2	21,2	81,9	19,0	19,1		
174	06.02.2009	19,4	19,8	23,5	23,7	83,0	22,5	22,9		
175	07.02.2009						22,9	22,5		
176	08.02.2009	12,4	12,6	16,1	16,1	77,3	15,2	13,8		
177	09.02.2009	7,1	6,7	10,8	10,4	64,9	8,6	7,1		
178	10.02.2009						8,3	8,2		
179	11.02.2009	11,5	11,9	16,8	16,6	70,1	13,9	12,7		
180	12.02.2009	12,2	13,1	21,8	22,7	57,0	16,9	16,4		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 7 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
181	13.02.2009	19,8	19,6	25,9	26,3	75,4	23,6	22,2		Köln
182	14.02.2009						28,9	28,7		(Winter)
183	15.02.2009	19,5	19,9	24,7	25,1	79,0	24,8	22,2		
184	16.02.2009			17,7	18,2		15,8	16,3	Ref.2 PM2,5 nicht gelaufen	
185	17.02.2009	10,7	10,5	12,7	13,1	82,0	10,3	11,0		
186	18.02.2009	15,0	14,5	21,0	21,6	69,2	14,9	16,2		
187	19.02.2009	30,9	31,0	38,8	38,8	79,7	30,2	31,7		
188	20.02.2009	12,9	13,1	18,3	18,3	70,8	14,7	16,0		
189	21.02.2009						23,1	24,7		
190	22.02.2009	13,5	13,9	20,2	20,8	66,7	15,0	14,0		
191	23.02.2009	6,6	6,0	14,6	15,0	42,4	6,6	8,5		
192	24.02.2009	19,1	18,9	29,9	30,5	63,0	20,3	21,9		
193	25.02.2009	26,9	27,3	36,3	35,5	75,4	28,6	28,4		
194	26.02.2009	20,0	19,6	30,7	30,7	64,6	19,8	20,4		
195	27.02.2009	21,1	21,2	28,3	28,2	74,9	24,0	22,4		
196	28.02.2009	25,0	25,0	31,4	31,5	79,6	26,5	27,1		
197	01.03.2009						31,5	33,1		
198	02.03.2009	28,0	27,8	36,9	37,1	75,3	28,0	28,7		
199	03.03.2009	20,8	21,2	25,9	25,7	81,4	19,6	21,4		
200	04.03.2009								Nullfilter	
201	05.03.2009	15,2	13,7	15,2	16,0	92,8	14,7	14,9		
202	06.03.2009	16,1	14,8	21,4	21,9	71,6	16,0	17,9		
203	07.03.2009	18,7	18,9	26,1	26,1	71,9	18,7	16,9		
204	08.03.2009						5,6	6,9		
205	09.03.2009						8,0	9,2		
206	10.03.2009						8,3	9,7		
207	11.03.2009	13,0	13,2	21,4	21,6	60,7	13,9	14,2		
208	12.03.2009	19,1	19,2	24,1	24,5	78,8	19,5	21,5		
209	13.03.2009	16,3	16,9	28,8	28,2	58,4	17,1	17,1		
210	14.03.2009	17,2	17,6	25,7	26,3	66,9	17,4	18,2		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 8 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
211	15.03.2009						8,6	10,5		Köln
212	16.03.2009	26,4	26,4	37,0	37,5	70,9	28,9	30,8		(Winter)
213	17.03.2009	24,5	24,9	36,8	36,7	67,4	24,0	23,3		
214	18.03.2009	23,2	23,8	38,1	38,6	61,3	22,6	22,2		
215	19.03.2009	17,3	17,9	28,5	29,2	61,0	15,4	15,3		
216	20.03.2009	16,0	14,1	26,1	27,0	56,7	13,8	15,8		
217	21.03.2009						43,5	45,4		
218	22.03.2009	19,0	18,5	32,7	32,1	57,8	20,1	19,2		
219	23.03.2009	9,9	10,1	20,8	20,4	48,6	10,2	10,4		
220	24.03.2009	8,5	8,9	15,7	16,0	54,8	8,0	8,7		
221	25.03.2009	9,2	8,8	14,0	14,4	63,2	10,1	11,4		
222	26.03.2009	7,2	7,8	10,9	11,5	67,0	8,2	7,1		
223	27.03.2009	8,4	8,4	12,9	12,3	67,0	8,5	8,4		
224	28.03.2009	7,3	6,5	9,3	8,9	75,6	5,7	8,4		
225	29.03.2009						14,2	17,5		
226	30.03.2009						24,2	24,7		
227	31.03.2009						24,1	25,9		
228	01.04.2009						25,7	26,2		
229	02.04.2009								Nullfilter	
230	03.04.2009						63,6	66,4		
231	04.04.2009						90,4	92,0		
232	05.04.2009						78,4	77,4		
233	06.04.2009						31,7	29,9		
234	07.04.2009						22,2	21,4		
235	08.04.2009						7,0	4,8		
236	09.04.2009						9,2	8,3		
237	10.04.2009						17,3	17,4		
238	11.04.2009						35,5	38,5		
239	12.04.2009						124,1	126,7		
240	13.04.2009						110,7	105,1		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 9 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
241	09.08.2009	38,1	37,7					40,5	17010 zeigt Spitzen in	Bornheim
242	10.08.2009							29,4	Messwerten und	(Sommer)
243	11.08.2009	12,4	11,9					10,6	Stabilitätswerten	
244	12.08.2009	9,6	10,0						Austausch PMT für 17010	
245	13.08.2009								Nullfilter	
246	14.08.2009								Nullfilter	
247	15.08.2009						11,5	10,7		
248	16.08.2009	16,5	16,7	22,8	22,8	72,8	15,0	13,9		
249	17.08.2009	15,0	15,0	24,1	23,7	62,7	15,7	14,1		
250	18.08.2009	12,4	13,0	20,1	19,7	63,7	13,3	13,3		
251	19.08.2009	16,8	17,2	24,0	24,3	70,3	15,0	13,7		
252	20.08.2009	19,6	19,4	33,4	32,7	59,1	14,4	11,6		
253	21.08.2009	8,0	8,2	18,9	18,7	43,0	9,7	8,1		
254	22.08.2009						10,8	9,6		
255	23.08.2009	11,7	12,0	17,2	17,6	68,1	10,7	9,1		
256	24.08.2009	14,3	13,8	19,1	20,4	71,3	12,0	11,3		
257	25.08.2009			21,4	21,2		15,9	12,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
258	26.08.2009						9,2	7,6		
259	27.08.2009	8,7	9,1	15,4	16,1	56,3	6,6	4,8		
260	28.08.2009	8,3	8,0	17,0	16,9	48,1	7,0	4,6		
261	29.08.2009						7,5	6,0		
262	30.08.2009	7,3	7,5	16,8	16,8	43,9	7,8	6,3		
263	31.08.2009	12,3	11,9	22,3	21,0	55,9	9,1	8,2		
264	01.09.2009	11,3	11,3	18,1	18,4	62,0	9,9	8,6		
265	02.09.2009	7,9	8,0	13,3	13,7	58,9		6,8	17010, Filterbandriss	
266	03.09.2009	5,3	5,3	8,0	7,2	69,1		4,4	17010, Filterbandriss	
267	04.09.2009	5,4	5,4	8,9	9,2	60,0	4,5	5,6		
268	05.09.2009						7,9	7,2		
269	06.09.2009	6,7	6,5	10,6	10,6	62,3	6,9	7,7		
270	07.09.2009	11,4	11,9	18,5	18,5	62,8	10,5	11,5		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 10 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
271	08.09.2009	17,0	16,9	25,2	25,0	67,5	15,2	16,5		Bornheim (Sommer)
272	09.09.2009	19,4	19,2	38,2	37,5	51,0	20,0	20,1		
273	10.09.2009	10,2	9,6	22,3	21,9	44,7	12,4	14,8		
274	11.09.2009	9,1	9,4	21,0	20,7	44,4	9,2	11,6		
275	12.09.2009						11,4	11,6		
276	13.09.2009	5,4	5,6	12,9	13,8	41,5	6,3	6,2		
277	14.09.2009								Nullfilter	
278	15.09.2009	12,6	13,0	17,2	16,8	75,0	15,0	16,2		
279	16.09.2009	25,6	25,9	34,5	33,3	76,0	27,2	30,8		
280	17.09.2009	13,6	13,8	20,8	20,2	66,8	14,3	17,2		
281	18.09.2009	18,7	19,0	24,8	25,6	74,8	19,7	19,9		
282	19.09.2009						23,1	24,7		
283	20.09.2009	36,7	37,1	45,0	45,2	81,8	39,6	41,3		
284	21.09.2009	18,2	19,0	28,7	29,1	64,3	23,0	25,3		
285	22.09.2009	14,9	15,0	27,2	28,1	54,1	17,2	17,9		
286	23.09.2009	12,9	12,7	26,8	27,0	47,5	13,2	16,4		
287	24.09.2009	14,9	14,5	23,0	22,8	64,0	14,7	16,7		
288	25.09.2009	16,3	16,1	28,6	27,4	57,9	15,6	16,9		
289	26.09.2009						14,8	15,3		
290	27.09.2009	26,0	25,7	34,9	35,8	73,0	24,0	24,3		
291	28.09.2009	28,8	29,5	44,4	45,3	65,1	29,0	30,8		
292	29.09.2009	18,0	18,3	28,0	27,8	65,1	18,5	20,0		
293	30.09.2009	19,1	19,7	25,1	25,3	77,2	19,2	21,1		
294	01.10.2009	9,6	8,9	18,5	18,8	49,5	9,7	9,8		
295	02.10.2009	12,0	12,0	25,9	26,1	46,0	10,3	11,1		
296	03.10.2009						5,9	7,7		
297	04.10.2009	5,4	6,0	10,6	11,0	52,6	5,5	4,3		
298	05.10.2009	8,2	8,4	12,5	14,0	62,7	7,4	9,3		
299	06.10.2009	12,8	12,9	17,5	18,8	70,7	13,1	13,9		
300	07.10.2009	8,7	8,5	14,0	14,3	60,9	9,1	8,7		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 11 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
301	08.10.2009	11,2	10,7	16,1	16,7	66,9	12,9	12,8		Bornheim
302	09.10.2009	9,1	8,5	15,6	15,6	56,4	8,1	9,3		(Sommer)
303	10.10.2009						10,0	10,1		
304	11.10.2009	5,8	6,6	11,6	12,0	52,4	5,1	8,0		
305	12.10.2009	4,8	4,2	9,9	9,9	45,4	5,0	6,6		
306	13.10.2009	6,2	6,3	12,5	12,5	50,0	6,5	6,8		
307	14.10.2009	11,2	10,3	15,4	15,6	69,6	10,1	11,8		
308	15.10.2009	11,2	10,2	18,0	17,8	59,8	8,9	10,7		
309	16.10.2009	6,5	6,3	16,1	15,8	40,3	5,7	8,5		
310	17.10.2009						8,4	8,5		
311	18.10.2009	11,3	11,3	18,4	18,6	60,9	10,4	10,4		
312	19.10.2009	12,8	12,8	19,6	19,6	65,1	11,9	12,5		
313	20.10.2009	15,6	14,9				13,0	14,2	Ausreisser Ref. PM10	
314	21.10.2009	20,8	21,2	27,6	28,1	75,6	18,4	19,7		
315	22.10.2009			31,7	32,3		23,3	25,0	Ausreisser Ref. PM2,5	
316	09.12.2009	11,3	11,6	27,5	27,5	41,6	10,1	10,5		Teddington
317	10.12.2009	16,4	16,2	25,4	25,4	64,2	16,1	17,4		(Winter)
318	11.12.2009	11,8	11,7	20,3	20,2	57,9	10,4	11,4		
319	12.12.2009	6,4	6,5	13,5	13,6	47,6	6,2	6,9		
320	13.12.2009	8,6	9,1	13,4	13,9	65,1	8,4	8,3		
321	14.12.2009	27,9	28,3	35,3	35,3	79,6	26,9	27,4		
322	15.12.2009	39,8	38,8	47,6	47,4	82,8	39,9		17011 Filtertape Fehler	
323	16.12.2009	24,9	24,5	30,0	30,3	82,0	24,0		17011 Filtertape Fehler	
324	17.12.2009	5,7	5,6	10,2	10,1	55,7	6,3	6,4		
325	18.12.2009	11,6	11,9	16,9	17,0	69,3	10,1	11,3		
326	19.12.2009	10,3	11,0	15,4	14,9	70,4	11,3	12,0		
327	20.12.2009	6,2	6,4	11,1	11,0	56,9	6,6	7,9		
328	21.12.2009	17,7	17,7	20,2	20,4	87,2	17,6	17,9		
329	22.12.2009	29,4	28,9				31,7	31,9	Ausreisser Ref. PM10	
330	23.12.2009						14,7	15,9		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 12 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
331	24.12.2009						16,5	17,5		Teddington
332	25.12.2009						9,5	9,7		(Winter)
333	26.12.2009						3,3	3,2		
334	27.12.2009						4,6	5,7		
335	28.12.2009						17,8	19,2		
336	29.12.2009						8,7	9,9		
337	30.12.2009						8,8	9,3		
338	31.12.2009	6,0	6,5				6,5	6,7		
339	01.01.2010						13,8	13,7		
340	02.01.2010						11,6	12,5		
341	03.01.2010						16,4	17,7		
342	04.01.2010								Nullfilter	
343	05.01.2010	15,6	15,5				15,5	16,4		
344	06.01.2010			19,2	19,3		13,0	13,9	Ausreisser Ref. PM2,5	
345	07.01.2010	15,3	15,7	19,4	20,1	78,4	14,6	15,7		
346	08.01.2010	14,6	14,9	18,3	18,4	80,3	12,9	15,2		
347	09.01.2010	7,1	6,9	14,6	14,9	47,4	8,0	7,9		
348	10.01.2010	16,0	16,1	19,5	19,2	82,9	14,4	15,1		
349	11.01.2010	45,7	46,2	51,8	51,3	89,1	43,9	45,3		
350	12.01.2010	43,2	43,6	48,1	48,0	90,4	43,0	45,2		
351	13.01.2010	48,0	48,3	53,4	53,0	90,6	46,8	47,9		
352	14.01.2010	14,1	14,4	16,2	16,3	87,5	14,6	15,6		
353	15.01.2010	14,6	14,4	26,9	27,1	53,6	11,9	13,2		
354	16.01.2010	6,5	6,1	13,5	13,6	46,1	7,5	8,1		
355	17.01.2010	11,0	10,5	20,6	20,6	52,3	10,0	10,4		
356	18.01.2010	21,0	20,4	27,1	26,9	76,7	18,5	21,0		
357	19.01.2010	20,4	20,2	26,5	26,6	76,4	17,7	19,6		
358	20.01.2010	26,6	27,0	32,0	31,9	83,8	25,1	25,8		
359	21.01.2010	20,5	20,9	27,5	27,9	75,0	20,0	20,0		
360	22.01.2010	7,8	7,6	9,7	9,8	78,5	7,3	8,2		

Anlage 4 **Messwerte aus den Feldteststandorten, bezogen auf Umgebungsbedingungen** **Blatt 13 von 13**

Hersteller Met One Instruments

Gerätetyp BAM-1020

Serien-Nr. SN 17010 & SN 17011

Schwebstaub PM2,5, Außenluft
Messwerte in µg/m³ i.B.

Nr.	Datum	Ref. 1 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 2 PM2,5 [µg/m³]	Ref. 1 PM10 [µg/m³]	Ref 2. PM10 [µg/m³]	Ratio PM2,5/PM10 [%]	SN 17010 PM2,5 [µg/m³]	SN 17011 PM2,5 [µg/m³]	Bemerkung	Standort
361	23.01.2010	21,0	20,9	25,8	25,1	82,3	19,5	19,8		Teddington (Winter)
362	24.01.2010	16,2	15,9	20,7	20,3	78,4	14,0	16,5		
363	25.01.2010	36,1	35,8	42,0	42,4	85,1	35,6	38,9		
364	26.01.2010	50,7	51,1	60,4	60,4	84,2	47,4	50,8		
365	27.01.2010	27,1	27,3	38,9	39,1	69,7	24,0	26,4		
366	28.01.2010	8,3	8,0	13,9	14,1	58,3	8,2	9,2		
367	29.01.2010	5,7	6,0	9,4	9,6	61,5	6,3	6,8		
368	30.01.2010	12,4	12,5	17,6	17,6	70,7	11,5	13,7		
369	31.01.2010	12,2	13,0	17,3	16,9	73,5	11,7	14,2		
370	01.02.2010	8,4	8,3	14,7	14,4	57,5	8,1	9,6		
371	02.02.2010	8,3	8,3	12,0	11,7	70,0	7,7	10,1		
372	03.02.2010	9,4	9,3	19,2	19,2	48,6	9,0	11,3		
373	04.02.2010	12,0	12,4	19,7	19,8	61,7	11,5	13,4		

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 1 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
1	24.07.2008	Teddington (Sommer)	Keine Wetterdaten verfügbar					
2	25.07.2008							
3	26.07.2008							
4	27.07.2008							
5	28.07.2008							
6	29.07.2008							
7	30.07.2008							
8	31.07.2008							
9	01.08.2008							
10	02.08.2008							
11	03.08.2008							
12	04.08.2008							
13	05.08.2008							
14	06.08.2008							
15	07.08.2008							
16	08.08.2008							
17	09.08.2008							
18	10.08.2008							
19	11.08.2008							
20	12.08.2008							
21	13.08.2008							
22	14.08.2008							
23	15.08.2008							
24	16.08.2008							
25	17.08.2008							
26	18.08.2008							
27	19.08.2008							
28	20.08.2008							
29	21.08.2008							
30	22.08.2008							

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 2 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
31	23.08.2008	Teddington (Sommer)	Keine Wetterdaten verfügbar					
32	24.08.2008							
33	25.08.2008							
34	26.08.2008							
35	27.08.2008							
36	28.08.2008							
37	29.08.2008							
38	30.08.2008							
39	31.08.2008							
40	01.09.2008							
41	02.09.2008							
42	03.09.2008							
43	04.09.2008							
44	05.09.2008							
45	06.09.2008							
46	07.09.2008							
47	08.09.2008							
48	09.09.2008							
49	10.09.2008							
50	11.09.2008							
51	12.09.2008							
52	13.09.2008							
53	14.09.2008							
54	15.09.2008							
55	16.09.2008							
56	17.09.2008		14,5	1005	68,1	0,6	153	
57	18.09.2008		11,6	1007	72,0	0,5	195	
58	19.09.2008		12,8	1012	70,1	0,3	170	
59	20.09.2008		13,1	1011	70,5	0,5	116	
60	21.09.2008		13,2	1008	70,0	0,6	168	

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 3 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
61	22.09.2008	Teddington	14,8	1006	76,5	1,1	211	
62	23.09.2008	(Sommer)	14,4	1006	76,0	1,8	228	
63	24.09.2008		14,8	1010	81,9	0,8	168	
64	25.09.2008		13,3	1016	74,7	0,7	89	
65	26.09.2008		13,4	1016	75,6	0,7	146	
66	27.09.2008		12,0	1011	80,6	0,1	206	
67	28.09.2008		13,9	1005	70,7	0,2	300	
68	29.09.2008		14,0	997	71,7	0,3	235	
69	30.09.2008		13,7	984	83,8	0,4	210	
70	01.10.2008		10,4	985	71,9	0,4	232	
71	02.10.2008		9,5	988	69,7	0,7	272	
72	03.10.2008		9,3	999	64,0	0,6	279	
73	04.10.2008		14,1	985	87,0	1,1	179	
74	05.10.2008		10,1	987	88,7	0,6	259	
75	06.10.2008		14,8	991	87,0	0,9	161	
76	07.10.2008		12,7	991	89,6	0,6	219	
77	08.10.2008		9,6	1008	80,6	0,2	276	
78	09.10.2008		13,3	1013	80,2	0,3	184	
79	10.10.2008		12,0	1009	84,4	0,4	210	
80	11.10.2008		12,8	1007	85,9	0,2	198	
81	12.10.2008		15,4	1001	86,5	0,3	206	
82	13.10.2008		12,5	1001	90,9	0,1	209	
83	14.10.2008		14,4	998	90,5	0,3	192	
84	15.10.2008		12,1	994	86,8	0,3	255	
85	16.10.2008		8,2	1001	78,7	0,4	241	
86	17.10.2008		9,0	1002	83,8	0,0	229	
87	18.10.2008		10,6	1001	83,3	0,1	213	
88	19.10.2008		14,0	995	76,3	0,8	192	
89	20.10.2008		11,2	989	90,2	0,4	203	
90	21.10.2008		6,7	999	80,5	0,2	214	

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 4 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
91	22.10.2008	Teddington	9,4	1006	80,9	0,2	226	
92	23.10.2008	(Sommer)	13,6	1000	79,8	1,0	195	
93	24.10.2008		6,5	1011	85,1	0,2	250	
94	25.10.2008		14,1	1002	81,8	0,9	194	
95	26.10.2008		9,2	995	95,0	0,0	227	
96	27.10.2008		4,2	994	85,6	0,1	285	
97	28.10.2008		4,3	994	81,7	0,5	253	
98	29.10.2008		4,3	984	77,8	0,4	153	
99	30.10.2008		5,3	985	79,6	1,1	161	
100	31.10.2008		5,7	992	80,1	0,9	245	
101	01.11.2008		8,8	989	91,5	1,2	233	
102	02.11.2008		10,1	997	88,9	0,8	224	
103	03.11.2008		10,6	998	93,6	0,9	151	
104	04.11.2008		11,4	1001	86,2	0,8	179	
105	05.11.2008		10,5	998	92,6	0,5	284	
106	06.11.2008		10,5	992	90,7	0,4	161	
107	07.11.2008							
108	08.11.2008				Keine Wetterdaten verfügbar			
109	09.11.2008							
110	04.12.2008	Köln	4,4	980	77,0	3,7	61	4,5
111	05.12.2008	(Winter)	5,6	988	76,4	1,7	109	12,1
112	06.12.2008		5,1	1008	81,1	1,7	150	3,6
113	07.12.2008		2,0	1021	82,1	0,1	150	0,3
114	08.12.2008		0,3	1013	80,5	1,1	186	0,3
115	09.12.2008		1,3	1006	82,4	0,3	124	6,5
116	10.12.2008		1,3	1005	81,3	0,2	180	2,1
117	11.12.2008		0,0	1007	81,6	0,5	244	0,0
118	12.12.2008		-0,5	1009	74,3	4,4	108	0,0
119	13.12.2008		0,7	994	69,9	5,3	194	0,0
120	14.12.2008		-0,4	999	78,2	0,4	173	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 5 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
121	15.12.2008	Köln	1,6	1009	80,1	0,1	164	0,0
122	16.12.2008	(Winter)	-0,8	1006	81,8	0,3	93	0,0
123	17.12.2008		0,9	1009	84,6	0,4	117	4,2
124	18.12.2008		4,5	1012	81,3	2,1	108	3,9
125	19.12.2008		5,8	1016	74,9	3,1	106	8,3
126	20.12.2008		7,8	1018	81,5	2,2	139	17,1
127	21.12.2008		9,1	1023	77,9	4,2	136	1,5
128	22.12.2008		7,1	1026	80,4	1,6	144	0,3
129	23.12.2008		4,9	1028	82,8	0,1	163	0,0
130	24.12.2008		5,4	1023	79,4	1,2	176	0,0
131	25.12.2008		1,6	1028	68,0	0,6	271	0,0
132	26.12.2008		-1,3	1030	62,5	0,7	266	0,0
133	27.12.2008		-3,4	1027	69,9	0,7	268	0,0
134	28.12.2008		-4,7	1023	71,8	0,6	253	0,0
135	29.12.2008		-2,7	1024	67,3	0,4	258	0,0
136	30.12.2008		-3,3	1022	68,6	0,6	301	0,0
137	31.12.2008		-3,1	1020	75,1	0,8	126	0,0
138	01.01.2009		-2,9	1021	77,5	0,1	159	0,0
139	02.01.2009		Ausfall	1022	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0
140	03.01.2009		-0,4	1017	68,8	1,5	188	0,0
141	04.01.2009		-0,6	1010	75,6	2,4	161	0,0
142	05.01.2009		-4,0	1015	70,6	0,0	253	1,2
143	06.01.2009		-14,0	1016	76,0	0,4	187	0,0
144	07.01.2009		-6,8	1019	76,6	0,3	161	0,0
145	08.01.2009		-8,5	1023	78,6	0,1	249	0,0
146	09.01.2009		-7,7	1022	71,6	0,3	209	0,3
147	10.01.2009		-5,1	1022	65,5	1,0	198	0,0
148	11.01.2009		-2,4	1021	61,9	2,1	234	0,0
149	12.01.2009		2,3	1011	58,8	4,7	182	0,3
150	13.01.2009		2,4	1006	67,3	2,4	74	3,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 6 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
151	14.01.2009	Köln	2,1	1011	81,4	0,0	147	0,3
152	15.01.2009	(Winter)	1,4	1014	69,4	3,0	209	0,0
153	16.01.2009		2,1	1013	73,2	4,0	171	0,0
154	17.01.2009		5,4	1004	72,4	4,2	117	0,9
155	18.01.2009		3,8	993	73,5	3,7	106	3,5
156	19.01.2009		5,7	983	72,2	5,1	76	5,6
157	20.01.2009		0,3	994	76,8	0,6	160	0,3
158	21.01.2009		2,0	1000	72,8	2,3	128	0,0
159	22.01.2009		4,1	983	72,4	6,9	123	14,5
160	23.01.2009		3,8	971	76,1	4,9	115	12,1
161	24.01.2009		1,9	988	77,2	0,8	158	0,0
162	25.01.2009		1,4	991	72,3	2,4	267	0,0
163	26.01.2009		0,3	999	71,8	0,9	192	0,0
164	27.01.2009		1,3	1009	65,9	0,4	225	0,0
165	28.01.2009		0,1	1013	69,6	0,6	226	0,0
166	29.01.2009		-0,2	1015	67,0	1,8	255	0,0
167	30.01.2009		-0,6	1014	67,2	2,8	237	0,0
168	31.01.2009		0,7	1009	56,2	3,3	284	0,0
169	01.02.2009		-0,3	999	59,4	3,6	289	0,0
170	02.02.2009		3,0	992	62,3	2,2	270	0,0
171	03.02.2009		0,9	992	78,8	0,0	74	0,6
172	04.02.2009		3,1	989	76,5	0,8	138	0,0
173	05.02.2009		Ausfall	987	Ausfall	Ausfall	Ausfall	0,0
174	06.02.2009		2,0	983	83,1	0,0	250	0,3
175	07.02.2009		2,1	988	78,4	2,4	156	0,6
176	08.02.2009		1,8	998	72,0	2,0	131	0,0
177	09.02.2009		4,2	987	74,6	5,4	131	15,3
178	10.02.2009		2,7	994	76,1	6,5	138	16,8
179	11.02.2009		0,9	1007	75,1	1,4	139	2,7
180	12.02.2009		0,8	1012	77,0	0,4	175	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 7 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
181	13.02.2009	Köln	0,2	1013	75,7	0,6	208	4,1
182	14.02.2009	(Winter)	-1,6	1021	71,9	0,8	206	0,0
183	15.02.2009		0,6	1017	78,2	0,9	136	10,6
184	16.02.2009		5,7	1011	83,4	3,8	150	21,5
185	17.02.2009		0,5	1017	71,6	1,8	269	0,6
186	18.02.2009		-0,7	1019	62,6	0,8	233	0,0
187	19.02.2009		3,1	1019	68,8	1,2	180	3,9
188	20.02.2009		4,5	1022	80,9	2,2	157	2,4
189	21.02.2009		5,3	1020	74,2	1,2	124	4,4
190	22.02.2009		5,8	1013	78,3	4,5	153	3,9
191	23.02.2009		5,1	1013	71,9	3,1	174	0,6
192	24.02.2009		2,2	1021	75,5	0,9	168	0,0
193	25.02.2009		6,3	1018	71,2	2,9	125	0,6
194	26.02.2009		7,1	1011	69,8	5,0	142	0,6
195	27.02.2009		7,8	1011	79,3	2,2	121	0,9
196	28.02.2009		7,6	1005	76,6	0,7	204	0,0
197	01.03.2009		9,5	1002	74,3	2,1	119	3,0
198	02.03.2009		5,1	1009	70,6	1,4	135	0,0
199	03.03.2009		6,8	996	58,0	5,0	126	0,0
200	04.03.2009		6,9	980	67,7	3,0	96	6,2
201	05.03.2009		4,2	985	81,2	4,0	176	26,9
202	06.03.2009		3,7	998	77,6	4,6	154	6,5
203	07.03.2009		8,0	1003	69,7	1,3	89	0,6
204	08.03.2009		6,2	998	68,3	3,7	121	5,0
205	09.03.2009		5,9	1004	67,8	4,3	119	3,3
206	10.03.2009		5,4	1004	75,7	4,5	124	7,7
207	11.03.2009		5,4	1016	69,7	1,7	96	2,4
208	12.03.2009		7,7	1012	81,9	2,1	158	11,0
209	13.03.2009		8,1	1012	67,9	1,1	155	0,0
210	14.03.2009		9,9	1012	70,3	3,9	177	1,5

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 8 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
211	15.03.2009	Köln	8,0	1022,9	72,8	2,8	153,4	0,0
212	16.03.2009	(Winter)	7,0	1025,4	72,6	0,1	147,8	0,0
213	17.03.2009		6,1	1027,5	66,7	0,4	204,0	0,0
214	18.03.2009		4,6	1021,1	59,6	0,1	218,6	0,0
215	19.03.2009		5,4	1022,0	57,3	0,6	199,4	0,0
216	20.03.2009		4,6	1023,1	50,9	0,8	234,3	0,0
217	21.03.2009		5,6	1019,3	58,1	1,2	139,8	0,0
218	22.03.2009		8,5	1015,0	63,4	5,3	164,1	0,0
219	23.03.2009		5,3	998,8	71,5	6,5	144,3	9,2
220	24.03.2009		3,5	1001,0	67,4	3,2	114,1	9,2
221	25.03.2009		5,4	994,9	75,6	3,8	131,6	8,6
222	26.03.2009		7,3	993,8	74,3	3,6	95,2	14,5
223	27.03.2009		6,9	990,3	66,5	3,9	91,8	1,8
224	28.03.2009		6,5	994,7	70,8	3,3	122,3	3,9
225	29.03.2009		4,8	1007,7	70,0	0,9	185,6	0,3
226	30.03.2009		5,2	1015,9	65,9	0,7	161,6	0,0
227	31.03.2009		10,3	1013,7	50,7	0,9	210,0	0,0
228	01.04.2009		12,9	1011,2	48,2	1,5	247,4	0,0
229	02.04.2009		14,9	1008,3	55,0	1,2	203,4	0,0
230	03.04.2009		17,0	1008,8	58,6	1,5	116,0	0,0
231	04.04.2009		13,6	1014,1	64,4	0,9	170,3	0,0
232	05.04.2009		11,6	1012,5	68,2	0,6	207,5	0,0
233	06.04.2009		16,0	1002,3	54,5	1,5	226,7	0,0
234	07.04.2009		12,7	1004,8	70,5	1,9	94,5	6,5
235	08.04.2009		13,0	1007,1	66,5	2,5	136,7	0,9
236	09.04.2009		15,5	1005,1	62,0	1,5	189,4	0,0
237	10.04.2009		17,7	999,7	53,3	1,4	203,8	0,0
238	11.04.2009		17,8	1001,1	56,5	0,5	148,4	0,0
239	12.04.2009		15,1	1002,6	73,3	0,9	166,7	0,0
240	13.04.2009		12,4	1002,0	76,5	0,1	184,0	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 9 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
241	09.08.2009	Bornheim	20,0	1008,6	72,3	0,0	defekt	0,0
242	10.08.2009	(Sommer)	19,8	1007,4	66,0	0,2	defekt	0,3
243	11.08.2009		19,0	1010,6	70,5	0,5	defekt	0,6
244	12.08.2009		18,7	1009,0	73,5	0,0	defekt	20,0
245	13.08.2009		17,1	1008,7	77,3	0,1	defekt	1,8
246	14.08.2009		17,3	1010,0	70,2	0,0	defekt	0,0
247	15.08.2009		22,3	1007,1	56,2	0,0	defekt	0,0
248	16.08.2009		22,1	1006,5	64,5	0,0	defekt	0,0
249	17.08.2009		20,1	1007,5	64,9	0,4	defekt	0,0
250	18.08.2009		20,4	1012,2	57,7	0,0	defekt	0,0
251	19.08.2009		24,5	1010,2	53,9	0,2	defekt	0,0
252	20.08.2009		25,3	1008,2	61,5	0,5	defekt	17,1
253	21.08.2009		17,2	1013,3	65,4	0,0	defekt	0,3
254	22.08.2009		17,4	1015,6	60,6	0,0	defekt	0,0
255	23.08.2009		19,3	1009,3	55,6	0,4	defekt	0,0
256	24.08.2009		23,0	1000,2	55,5	0,8	defekt	1,5
257	25.08.2009		19,4	1004,1	74,1	0,1	defekt	5,0
258	26.08.2009		16,1	1006,9	74,6	0,0	defekt	0,0
259	27.08.2009		23,4	1005,8	56,4	0,0	defekt	0,0
260	28.08.2009		17,7	1006,0	57,9	0,6	defekt	0,0
261	29.08.2009		14,9	1012,1	57,6	1,1	defekt	0,0
262	30.08.2009		15,7	1012,1	59,6	0,3	defekt	0,0
263	31.08.2009		23,5	1005,5	44,4	0,8	defekt	0,0
264	01.09.2009		14,0	1004,3	80,3	0,0	defekt	12,4
265	02.09.2009		17,5	1001,8	65,9	0,0	defekt	2,4
266	03.09.2009		15,8	995,9	63,8	1,3	defekt	2,4
267	04.09.2009		14,1	1001,3	67,6	1,0	defekt	3,9
268	05.09.2009		13,1	1013,4	70,0	0,6	defekt	4,4
269	06.09.2009		14,7	1015,2	68,4	0,0	defekt	0,0
270	07.09.2009		18,1	1013,4	64,0	0,0	defekt	0,0

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 10 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
271	08.09.2009	Bornheim	20,6	1013,2	57,8	0,0	defekt	0,0
272	09.09.2009	(Sommer)	20,6	1016,5	63,6	0,5	defekt	0,0
273	10.09.2009		15,7	1022,1	68,9	0,3	defekt	0,0
274	11.09.2009		15,7	1021,5	63,1	0,2	defekt	0,0
275	12.09.2009		15,9	1016,8	64,1	0,1	defekt	0,0
276	13.09.2009		12,9	1011,7	77,1	0,8	defekt	1,2
277	14.09.2009		13,2	1009,2	76,8	0,7	defekt	6,8
278	15.09.2009		15,4	1008,4	76,4	0,0	defekt	0,0
279	16.09.2009		17,2	1007,2	71,9	0,2	defekt	0,0
280	17.09.2009		14,6	1010,2	70,1	0,0	defekt	0,0
281	18.09.2009		18,0	1008,2	68,1	0,0	defekt	0,0
282	19.09.2009		19,7	1007,3	70,0	0,0	defekt	0,0
283	20.09.2009		18,7	1012,3	72,3	0,0	defekt	0,0
284	21.09.2009		14,9	1016,8	71,4	0,0	defekt	0,0
285	22.09.2009		16,9	1016,5	64,3	0,0	defekt	0,0
286	23.09.2009		17,4	1016,4	70,9	0,0	defekt	0,0
287	24.09.2009		13,8	1015,9	79,1	0,0	defekt	0,6
288	25.09.2009		13,2	1017,9	69,2	0,0	defekt	0,0
289	26.09.2009		13,7	1017,5	65,9	0,0	defekt	0,0
290	27.09.2009		14,2	1017,1	66,9	0,0	defekt	0,0
291	28.09.2009		14,7	1014,5	69,6	0,0	defekt	0,0
292	29.09.2009		15,7	1011,3	72,6	0,0	defekt	0,3
293	30.09.2009		15,5	1007,7	77,0	0,0	defekt	1,2
294	01.10.2009		12,0	1007,4	74,9	0,1	defekt	2,1
295	02.10.2009		10,9	1008,6	66,9	0,0	defekt	0,0
296	03.10.2009		13,4	1002,1	63,9	0,5	defekt	0,0
297	04.10.2009		11,8	1005,3	75,4	0,4	defekt	3,3
298	05.10.2009		13,1	1003,9	80,0	0,8	defekt	6,5
299	06.10.2009		15,9	1003,5	82,3	0,0	defekt	10,3
300	07.10.2009		19,2	1000,6	75,9	0,1	defekt	8,6

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 11 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
301	08.10.2009	Bornheim	10,7	1010	78,6	0,4	defekt	0,0
302	09.10.2009	(Sommer)	12,1	1009	69,1	0,2	defekt	12,4
303	10.10.2009		13,2	1005	80,0	0,2	defekt	4,2
304	11.10.2009		11,9	1003	76,1	0,8	defekt	5,9
305	12.10.2009		9,8	1014	70,9	1,9	defekt	2,1
306	13.10.2009		7,4	1019	68,5	0,7	defekt	0,0
307	14.10.2009		3,3	1022	67,4	0,1	defekt	0,0
308	15.10.2009		5,4	1019	66,9	0,3	defekt	0,3
309	16.10.2009		8,8	1013	70,8	4,4	defekt	1,5
310	17.10.2009		7,2	1014	69,7	1,1	defekt	0,0
311	18.10.2009		5,5	1014	73,1	0,0	defekt	0,0
312	19.10.2009		5,6	1008	66,3	0,2	defekt	0,0
313	20.10.2009		7,8	999	61,4	4,2	defekt	0,0
314	21.10.2009		10,0	995	57,1	1,5	defekt	1,2
315	22.10.2009		8,7	996	73,5	0,0	defekt	0,0
316	09.12.2009	Teddington	9,8	1017	94,1	0,1	221	0,3
317	10.12.2009	(Winter)	3,9	1028	90,9	0,2	244	0,3
318	11.12.2009		5,7	1029	93,8	0,4	231	0,0
319	12.12.2009		5,8	1026	83,9	0,8	200	0,0
320	13.12.2009		4,2	1022	87,7	0,5	234	0,3
321	14.12.2009		3,4	1017	88,8	0,2	201	0,0
322	15.12.2009		-0,6	1015	87,5	0,2	196	0,3
323	16.12.2009		1,5	1006	96,9	0,2	245	2,8
324	17.12.2009		1,3	1008	85,2	2,4	225	1,3
325	18.12.2009		-0,8	1013	86,6	0,9	281	0,0
326	19.12.2009		-0,1	1002	85,9	0,2	240	1,8
327	20.12.2009		-0,9	995	87,3	0,1	206	0,0
328	21.12.2009		1,1	984	97,3	0,3	187	8,6
329	22.12.2009		-2,1	988	98,3	0,0	218	0,3
330	23.12.2009		2,8	987	95,9	0,4	173	7,1

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 12 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
331	24.12.2009	Teddington (Winter)	4,1	985,9	94,1	0,3	217,3	0,5
332	25.12.2009		4,1	998	94,5	0,2	210	2,3
333	26.12.2009		5,9	995	90,2	0,3	200	0,8
334	27.12.2009		2,4	1000	86,2	0,3	240	0,0
335	28.12.2009		3,7	998	88,6	1,2	80	1,8
336	29.12.2009		4,8	988	95,9	1,7	94	11,7
337	30.12.2009		4,3	992	93,1	1,9	101	5,6
338	31.12.2009		2,3	998	81,8	1,1	207	0,0
339	01.01.2010		-0,1	1008	88,3	0,2	243	0,0
340	02.01.2010		1,6	1016	87,2	0,1	245	0,0
341	03.01.2010		-1,6	1021	88,3	0,3	205	0,0
342	04.01.2010		-3,7	1012	97,2	0,0	232	0,0
343	05.01.2010		0,8	998	89,9	0,7	129	4,8
344	06.01.2010		-2,3	1005	94,3	0,7	215	1,8
345	07.01.2010		-1,2	1013	91,1	0,5	240	0,0
346	08.01.2010		-1,6	1022	91,1	0,8	225	0,3
347	09.01.2010		0,9	1018	79,3	1,8	161	0,0
348	10.01.2010		1,4	1015	90,5	0,7	92	1,3
349	11.01.2010		1,5	1015	86,0	0,3	137	0,3
350	12.01.2010		1,4	1000	85,9	1,5	103	0,0
351	13.01.2010		1,5	998	94,8	0,1	151	8,6
352	14.01.2010		2,5	1008	97,0	0,1	229	0,3
353	15.01.2010		5,6	1011	90,0	1,8	151	1,8
354	16.01.2010		5,7	1003	96,3	0,4	202	9,1
355	17.01.2010		4,1	1019	93,9	0,1	219	0,0
356	18.01.2010		6,2	1021	97,8	0,1	199	0,0
357	19.01.2010		6,4	1012	83,7	1,4	111	1,0
358	20.01.2010		3,0	1012	92,1	0,2	227	3,8
359	21.01.2010		6,1	1015	85,2	1,1	154	0,3
360	22.01.2010		7,6	1014	95,0	0,5	209	7,4

Anlage 5 **Umgebungsbedingungen an den Feldteststandorten** **Blatt 13 von 13**

Nr.	Datum	Standort	Lufttemperatur [°C]	Luftdruck [hPa]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Windrichtung [°]	Niederschlagsmenge [mm]
361	23.01.2010	Teddington (Winter)	4,8	1018,4	87,0	0,2	262,2	0,0
362	24.01.2010		4,4	1022	91,1	0,1	241	1,3
363	25.01.2010		3,2	1033	80,0	0,9	161	0,5
364	26.01.2010		0,0	1037	83,2	0,5	167	0,0
365	27.01.2010		4,4	1018	85,5	0,3	247	1,0
366	28.01.2010		5,5	1000	86,4	0,5	247	8,1
367	29.01.2010		1,3	992	76,9	0,9	279	0,3
368	30.01.2010		-0,9	1001	84,4	0,2	240	0,0
369	31.01.2010		0,0	1005	91,2	0,1	241	0,0
370	01.02.2010		3,1	1010	83,9	0,4	222	0,3
371	02.02.2010		5,9	1002	89,6	0,3	229	1,0
372	03.02.2010		6,7	1004	91,0	0,2	180	2,0
373	04.02.2010		7,6	997	86,1	1,3	153	2,3

Anlage 6: Softwareversion

Anmerkung:

Die Prüfung wurde mit der Softwareversion 3236-07 5.01 durchgeführt (Stand Juli 2008).

Während der Prüfung wurde die Software beständig bis zur Version 3236-07 5.0.10 weiterentwickelt und optimiert. Dabei wurden die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.5 schon per Mitteilung dem zuständigen Arbeitskreis „Prüfberichte“ vorgestellt und positiv bewertet. Die zusätzlichen Änderungen von Version 3236-07 5.0.5 bis zur Version 3236-07 5.0.10 zeigt Abbildung 64.

Es ist durch die durchgeführten Änderungen bis zur Version 3236-07 5.0.10 kein Einfluss auf die Geräteperformance zu erwarten.

10. March 2010

TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH
Karsten Pletscher

Am Grauen Stein
D - 51105 Köln

Met One Instruments

Met One Instruments, Inc.
1600 Washington Blvd.
Grants Pass, Oregon 97526
Phone (541) 471-7111
Fax (541) 471-7116
www.metone.com

REGIONAL OFFICE
3206 Main St., Ste. 106
Rowlett, Texas 75088
Phone (972) 412-4747
Fax (972) 412-4716

Sehr geehrter Herr Pletscher,

Wir haben die im Folgenden aufgelisteten Änderungen in unserer Gerätesoftware durchgeführt um unser Messgerät den Marktanforderungen anzupassen. Die aktuelle Software ändert sich damit von Firmware 5.0.5 zur neuen Versions-Nummer 5.0.10.

1. Änderungen zu Version 5.0.6
   Ermöglicht die Ausgabe des Standard Datenfiles auch über den Reportprozessor.
2. Änderungen zu 5.0.7
   Diese Softwareversion behebt einen Fehler wo unter ungünstigen Umständen ein fehlerhafter Filterbandtransportmechanismus nicht richtig erkannt wurde und dann unter Umständen auch doppelte Messwerte ohne Fehlerkennung ausgegeben werden.
3. Änderungen zu 5.0.8
   Behebung eines Softwarefehlers mit dem externen reset signal im „early cycle mode", bei dem die Uhr des Gerätes nicht immer richtig synchronisiert wurde.
4. Änderungen zu 5.0.9
   Softwareunterstützung des BX-596-1 Sensors in die Firmware integriert (Automatisches erkennen des neuen Sensors und Einstellen des Messbereiches über die AutoID Funktion). Der neue BX-596-1 hat einen deutlich erweiterten Temperatur- und Druckmessbereich (von -50C bis 50C und vom 400mmHg bis 825 mmHg).
5. Änderungen zu 5.0.10
   Änderungen in der Ausgabe des BH-Protokolls. Zusätzlich wurde ein frei konfigurierbares Ausgabeprotokoll für die serielle Schnittstelle integriert, die eine einfachere Kommunikation mit verschiedensten Datenaufzeichnungsgeräten ermöglicht

Wie sie aus der obigen Liste sehen können betreffen die meisten durchgeführten Änderungen lediglich Funktionserweiterungen und Fehlerbehebungen und Verbesserung des Bayern-Hessen Protokolls, sowie die Erweiterung der Datenausgabefunktionen.

Die Einführung des BX-596-1 war für Kunden in Alaska und für Kunden in höheren Bergregionen notwendig. Die Funktion des Sensors in der Software hat sich nicht geändert, lediglich die Skalierung.

Diese Änderungen haben keinen negativen Einfluss auf die geprüfte Funktion des Messgerätes

Bitte veranlassen Sie die notwendigen Schritte, dass die Eignungsprüfungsbekanntgabe die neue Software mit einschließt.

Mit freundlichen Grüssen

Dr. Herbert Schlösser
VP Particulate Air Business Division

Abbildung 64: Softwareänderungen von Version 5.0.5 zu Version 5.0.10

Vorschlag zum Text der Mitteilung

Mitteilung zur Bekanntmachung im Bundesanzeiger:

BAnz.: 12.04.2007 Nr. 75, S. 4139 sowie BAnz.: 25.01.2010 Nr. 24, S. 555 (Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion der Immissionsmesseinrichtung BAM-1020 der Firma MetOne Instruments lautet:

Version 3236-07 V5.0.10

Anhang 2

Verfahren zur Filterwägung

A) Standorte in Deutschland (Köln und Bornheim)

A.1 Ausführung der Wägung

Die Wägungen werden im klimatisierten Wägeraum durchgeführt. Die Bedingungen sind 20 °C ±1 °C und 50 % ±5 % rel. Feuchte und entsprechen damit den Vorgaben der DIN EN 14907.

Die Filter für den Feldtest werden manuell gewogen. Für die Konditionierung werden die Filter einschließlich der Kontrollfilter auf Siebe gelegt, so dass keine Überlappung vorliegt.
Die Bedingungen für die Hin und Rückwägung werden vorher festgelegt und entsprechen der Richtlinie.

Vor der Probenahme = Hinwägung	Nach der Probenahme = Rückwägung
Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden	Konditionierung 48 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter	Wiegen der Filter
nochmals Konditionierung 24 Stunden +2 Stunden	nochmals Konditionierung 24 Stunden + 2 Stunden
Wiegen der Filter und sofort verpacken	Wiegen der Filter

Die Waage steht immer betriebsbereit zur Verfügung. Vor jeder Wägeserie wird die interne Waagenkalibrierung gestartet. Ist alles in Ordnung, wird als Referenzgewicht das Eichgewicht von 200 mg gewogen und die Randbedingungen notiert. Die Abweichungen zur vorhergehenden Wägung entsprechen der Richtlinie und überschreiten die 20 µg nicht (siehe Abbildung 65). Dann werden die sechs Kontrollfilter gewogen. Die Kontrollfilter mit einer Abweichung von über 40 µg werden in der Auswerteseite mit einer Warnung angezeigt und nicht für die Rückwägung verwendet. Für die Rückwägung werden die ersten drei einwandfreien Kontrollfilter genommen, während die anderen sicher in ihren Döschen bleiben, um bei Beschädigungen und/oder größeren Abweichungen der ersten drei Kontrollfilter zum Einsatz zu kommen. Den exemplarischen Verlauf über einen Zeitraum von über vier Monate zeigt Abbildung 66.

Bei der Hinwägung der Filter werden die Filter, die zwischen der ersten und zweiten Wägung eine Differenz von über 40 µg aufweisen, ausgemustert. Bei der Rückwägung werden die Filter mit einer Differenz von über 60 µg normgerecht nicht zur Auswertung genommen.

Für den Transport von und zu der Messstelle und für die Lagerung werden die gewogenen Filter einzeln in Polystyroldöschen verpackt. Erst vor dem Einlegen in den Filterhalter wird das Döschen geöffnet. Die unbeladenen Filter können im Wägeraum bis zu 28 Tage vor der Probenahme gelagert werden. Sollte dieser Zeitraum einmal überschritten werden, so wird die Hinwägung der Filter wiederholt.

Die Lagerung der beaufschlagten Filter kann bei oder unterhalb von 23 °C max. 15 Tage erfolgen. Die Filter werden bei 7 °C im Kühlschrank gelagert.

A2 Auswertung der Filter

Die Auswertung der Filter erfolgt unter Verwendung eines Korrekturterms. Zweck dieser Korrekturrechnung ist es, die relative Masseänderung durch die Wägeraumbedingungen zu minimieren.

Formel :

$$Staub = MF_{rück} - (M_{Tara} \times (MKon_{rück} / MKon_{hin})) \qquad (F1)$$

$MKon_{hin}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72h Hinwägung

$MKon_{rück}$ = mittlere Masse der 3 Kontrollfilter von 48 h und 72 h Rückwägung

M_{Tara} = mittlere Masse des Filters von 48 h und 72 h Hinwägung

$MF_{rück}$ = mittlere Masse des bestaubten Filters von 48 h und 72 h Rückwägung

Staub = korrigierte Staubmasse auf dem Filter

Es zeigt sich, dass durch die Korrekturrechnung das Verfahren unabhängig von den Wägeraumkonditionen wird. Damit sind die Einflüsse des Wassergehaltes der Filtermasse zwischen beladenen und unbeladenen Filtern kontrollierbar und verändern nicht die Staubgehalte auf den beladenen Filtern. Damit ist der Punkt EN 14907 9.3.2.5 hinreichend erfüllt.

Der exemplarische Verlauf des Eichgewichtes für den Zeitraum von Nov. 2008 bis Feb. 2009 zeigt, dass die zulässige Differenz von 20 µg zur vorhergehenden Messung nicht überschritten wird.

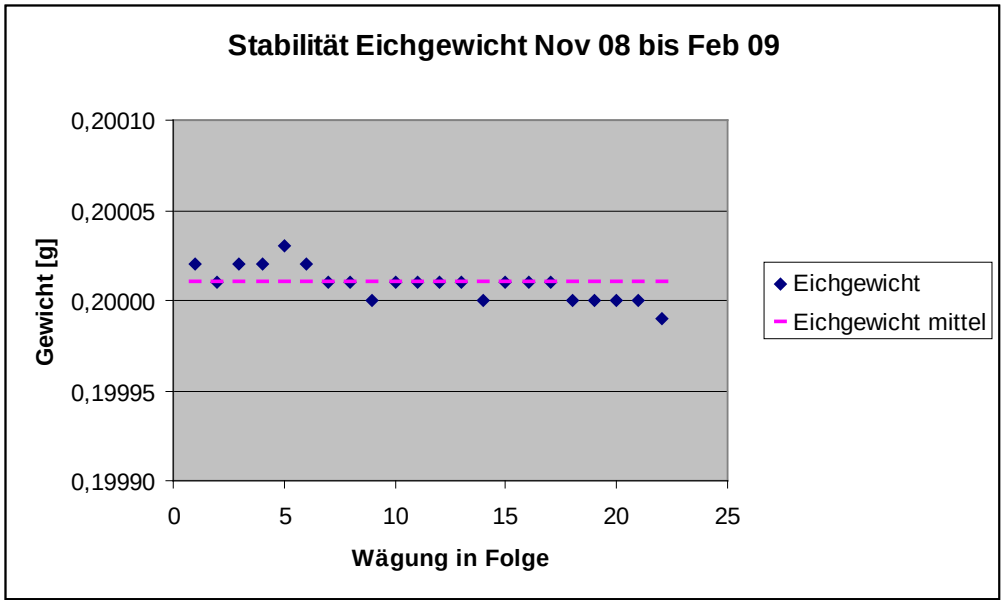


Abbildung 65: Stabilität Eichgewicht

Tabelle 36: Stabilität Eichgewicht

Datum	Wägung Nr.	Eichgewicht g	Differenz zur vorhergehenden Wägung µg
12.11.2008	1	0,20002	
13.11.2008	2	0,20001	-10
10.12.2008	3	0,20002	10
11.12.2008	4	0,20002	0
17.12.2008	5	0,20003	10
18.12.2008	6	0,20002	-10
07.01.2009	7	0,20001	-10
08.01.2009	8	0,20001	0
14.01.2009	9	0,20000	-10
15.01.2009	10	0,20001	10
21.01.2009	11	0,20001	0
22.01.2009	12	0,20001	0
29.01.2009	13	0,20001	0
30.01.2009	14	0,20000	-10
04.02.2008	15	0,20001	10
05.02.2009	16	0,20001	0
11.02.2009	17	0,20001	0
12.02.2009	18	0,20000	-10
18.02.2009	19	0,20000	0
19.02.2009	20	0,20000	0
26.02.2009	21	0,20000	0
27.02.2009	22	0,19999	-10

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

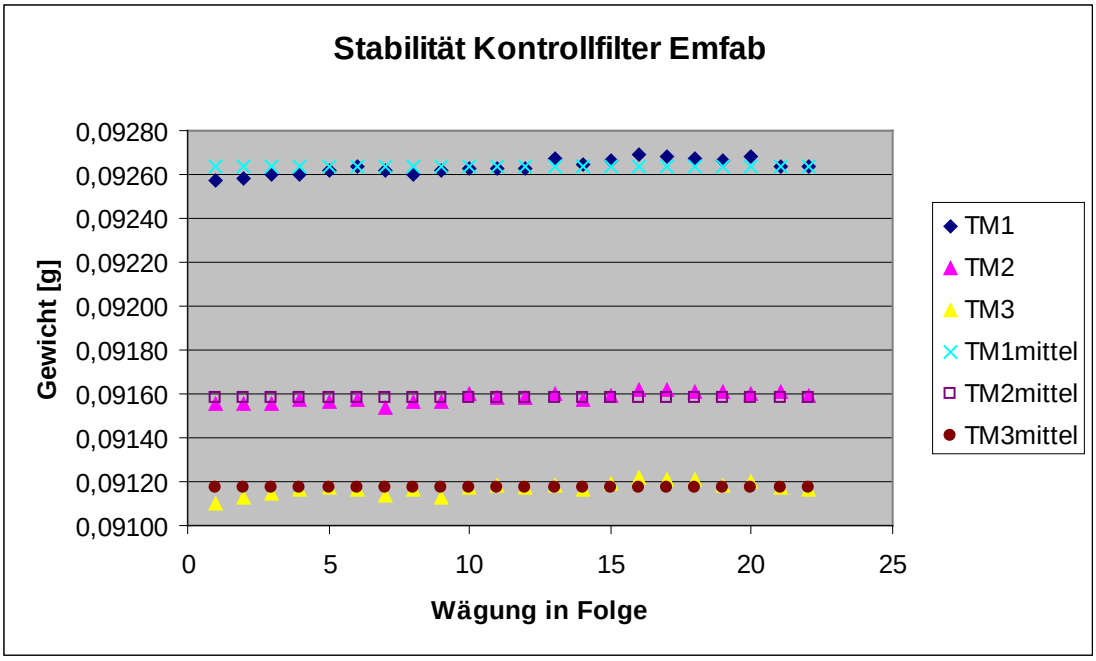


Abbildung 66: Stabilität der Kontrollfilter

Tabelle 37: Stabilität der Kontrollfilter

	Kontrollfilter Nr.		
Wägung Nr.	TM1	TM2	TM3
1	0,09257	0,09155	0,09110
2	0,09258	0,09155	0,09113
3	0,09260	0,09155	0,09115
4	0,09260	0,09157	0,09116
5	0,09262	0,09156	0,09117
6	0,09264	0,09157	0,09116
7	0,09262	0,09154	0,09114
8	0,09260	0,09156	0,09116
9	0,09262	0,09156	0,09113
10	0,09263	0,09160	0,09117
11	0,09263	0,09158	0,09118
12	0,09263	0,09158	0,09117
13	0,09267	0,09160	0,09118
14	0,09265	0,09157	0,09116
15	0,09266	0,09159	0,09119
16	0,09269	0,09162	0,09122
17	0,09268	0,09162	0,09121
18	0,09267	0,09161	0,09121
19	0,09266	0,09161	0,09118
20	0,09268	0,09160	0,09120
21	0,09264	0,09161	0,09117
22	0,09264	0,09159	0,09116
Mittelwert	0,09264	0,09158	0,09117
Standardabw.	3,2911E-05	2,4937E-05	2,8558E-05
rel. Standabw.	0,036	0,027	0,031
Median	0,09264	0,09158	0,09117
kleinster Wert	0,09257	0,09154	0,09110
höchster Wert	0,09269	0,09162	0,09122

Gelb hinterlegt = Mittelwert

Grün hinterlegt = niedrigster Wert

Blau hinterlegt = höchster Wert

B) Standort in Großbritannien (Teddington)

B.1 Umsetzung der Wägeprotokolle

NPL (National Physical Laboratory) wurde beauftragt, die Filter für den Feldtest manuell zu wiegen. Entsprechend der Richtlinie EN14907 wurden die Filter weniger als 28 Tage im Wägeraum gelagert; die Plexiglaskammer, in der der Wiegevorgang stattfand, wurde bei 20 ± 1 °C und 50 ± 5 % gehalten; die Filter wurden vor und nach Probenahme zweimal gewogen. Tabelle 38 fasst die Wägebedingungen und Wiegezeiten zusammen:

Tabelle 38: Wägebedingungen und Wiegezeiten

Anfang Probenahme	Ende Probenahme
Lagerung mindestens 48 Stunden Filterwägung Lagerung 24 Stunden Filterwägung	Lagerung 48 Stunden Filterwägung Lagerung 24 Stunden Filterwägung

Zu Beginn jeder Wägereihe wurde die Balkenwaage untersucht, um die mechanischen Steifigkeiten zu entfernen, danach wurde kalibriert. Zu Beginn und zum Ende jeder Filtercharge wurde je ein Prüfgewicht von 50 mg und 200 mg gewogen. Entsprechend der Anforderungen des UK PM Equivalence Report [8] wurden die Filter in Bezug auf ein 100 mg Prüfgewicht und nicht in Bezug auf einen Nullfilter gewogen, da dieser über die Zeit einen Gewichtsverlust hat. Je vier Filter wurden zwischen den Prüfgewichten gewogen, da über diese Zeit die Wägedrift klein ist.

Die **Masse des Prüfgewichts (CM)** für die Filter wurde für jede Wägereihe nach der Gleichung **E A.1** berechnet

$$CM = \frac{\left(m_{check,Beg} + m_{check,End}\right)}{2} \qquad \textbf{E A.1}$$

Mit:

$M_{check,Beg}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt vor dem Probenfilter.

$M_{check,End}$ = Masse des Prüfgewichts, gewogen direkt nach dem Probenfilter.

Die **Relative Masse (RM)** der Filter wurde für jede Wägereihe nach Gleichung **E A.2** berechnet: $RM = m_{filter} - CM$ **E A.2**

Mit:

m_{filter} = Masse des Probenfilters

Die **Partikel Masse (PM)** wird wie in EN 14907 beschrieben nach der folgenden Gleichung berechnet.

$$PM = \left(\frac{RM_{End1} + RM_{End2}}{2}\right) - \left(\frac{RM_{Beg1} + RM_{Beg2}}{2}\right) \qquad \textbf{E A.3}$$

Mit:

Beg1 kennzeichnet Wägereihe 1, vor Probenahme

Beg2 kennzeichnet Wägereihe 2, vor Probenahme

End1 kennzeichnet Wägereihe 1, nach Probenahme

End2 kennzeichnet Wägereihe 2, nach Probenahme

End Streubereich (S_{Pre}), Beg Streubereich (S_{Post}) und Prüfgewicht Streubereich (S_{Blank}) wurden nach den folgenden Gleichungen berechnet:

$$S_{Pre} = RM_{Anf1} - RM_{Anf2} \qquad \textbf{E A.4}$$

$$S_{Post} = RM_{End1} - RM_{End2} \qquad \textbf{E A.5}$$

$$S_{Blank} = \left(\frac{CM_{End2} + CM_{End1}}{2}\right) - \left(\frac{CM_{Anf2} + CM_{Anf1}}{2}\right) \qquad \textbf{E A.6}$$

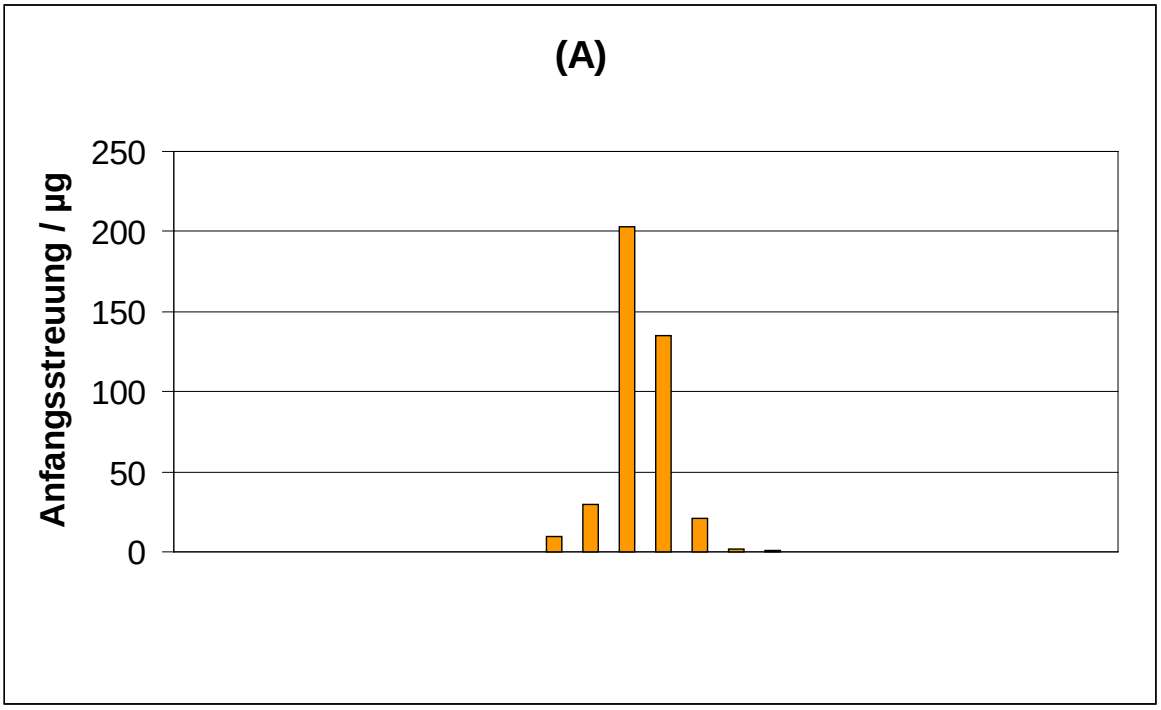
Wie im UK PM Equivalence Report [8] beschrieben war es nicht möglich, alle Filter wie in EN14907 beschrieben innerhalb des 15-tägigen Zeitfensters zu wiegen.

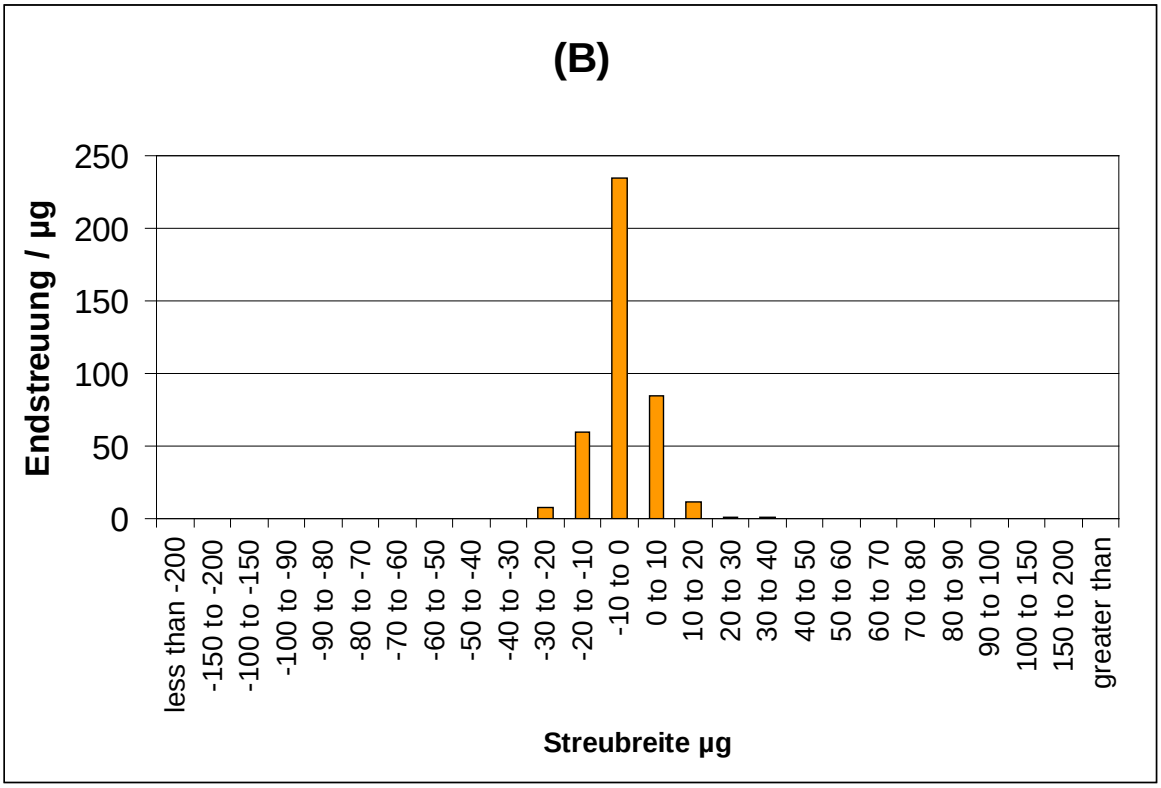
Allerdings wurden die Filter direkt aus dem Referenzprobenehmer entnommen und in den Kühlschrank gelegt, dadurch war es nicht notwendig zu bestimmen ob $T_{Umgebung}$ 23 °C überschreitet. 15 Tage erscheinen unpraktikabel für einen relativ kleinen Feldtest Rahmen, es ist wenig wahrscheinlich, dass diese Methode in nationalen und regionalen Netzwerken übernommen wird, die Methode die hier angewendet wurde, ist repräsentativ für den Betrieb der Referenzprobenehmer in der Praxis.

A.2 Analyse des verwendeten Wägeprotokolls

Das Streuverhalten der Anfangs- und Endwiegungen für alle gewogenen EMFAB Filter im Verhältnis zum Taragewicht und zum Prüfgewicht sind in Abbildung 67 dargestellt. Wenn alle Filter während der Messungen an relativer Masse verlieren, wird die Streuung nach rechts verschoben, im Gegenzug wird die Streuung nach links verschoben, wenn die relative Masse der Filter zunimmt. Die EN14907 schreibt vor, dass unbeladene Filter verworfen werden sollen, wenn die Differenz der Masse der zwei Anfangswägungen größer als 40 µg ist. Gleichermaßen schreibt die EN14907 vor, dass Filter, deren Massendifferenz der beiden Endwägungen größer als 60 µg ist, verworfen werden. Es wurden keine Filter auf Grund dieses Kriteriums verworfen. Es gilt als unwahrscheinlich, dass die festgestellten Streuungen der Wiederholungsbestimmungen der Masse einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse zu haben.

*Abbildung 67: Streuung der Emfab Filter für (**A**) Anfangswägung m Vergleich zum Prüfgewicht und (**B**) Endwägung im Vergleich zum Prüfgewicht*





Anhang 3

Handbücher

Mitteilungen zu Messeinrichtung BAM-1020 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider der Fa. Met One Instruments seit Erstbekanntgabe

Mitteilung 1

18 Mitteilung zur Bekanntmachung des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010

(BAnz. S. 2597, Kapitel II, Nummer 1.1)

Für die Messeinrichtung BAM 1020 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider der Fa. Met One Instruments werden die Anforderungen an die Dichtheit des Probenahmesystems nach einer Neubewertung eingehalten.

Die Messeinrichtung erfüllt ebenfalls die Anforderungen des Leitfadens „Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ in der Version vom Januar 2010.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 25. September 2010

Mitteilung 2

11 Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010

(BAnz. S. 2597, Kapitel II, Nummer 1.1) und vom 10. Januar 2011 (BAnz. S. 294, Kapitel IV, 18. Mitteilung)

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub $PM_{2,5}$ kann optional mit der Pumpe BX-125 betrieben werden.

Die Messeinrichtung kann optional mit einem Touch Screen Display (Option BX-970) ausgerüstet werden. Die aktuelle Softwareversion lautet:

3236-77 V5.1.0

Die Softwareversion für die Messeinrichtung ohne Option BX-970 Touch Screen Display lautet weiterhin 3236-07 5.0.10.

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 24. März 2011

Mitteilung 3

5 Mitteilung zu Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010

(BAnz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) und vom 15. Juli 2011 (BAnz. S. 2725, Kapitel III 11. Mitteilung)

Die Messeinrichtung BAM-1020 mit $PM_{2,5}$-Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub $PM_{2,5}$ erhält eine neu designte Rückplatte um die erweiterten Schnittstellen u. a. des optionalen Reportprozessors BX-965 unterzubringen.

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung lautet:

3236-07 5.0.15

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung mit Touch Screen Display (Option BX-970) lautet:

3236-77 V5.1.2

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 21. März 2012

Mitteilung 4

4 Mitteilung zu den Bekanntmachungen des Umweltbundesamtes vom 12. Juli 2010
(BAnz. S. 2597, Kapitel II Nummer 1.1) und vom 6. Juli 2012 (BAnz AT 20.07.2012 B11, Kapitel IV, 5. Mitteilung)

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung BAM-1020 mit PM2,5- Vorabscheider der Firma Met One Instruments, Inc. für die Messkomponente Schwebstaub PM2,5 lautet:

3236-07 5.1.1

Die aktuelle Softwareversion der Messeinrichtung mit Touch Screen Display (Option BX-970) lautet:

3236-77 V5.2.0

Stellungnahme der TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH vom 18. März 2013

BEDIENUNGS- ANLEITUNG

SPIRANT BAM 1000 / SPIRANT BAM 1100

SCHWEBSTAUB IMMISSIONS-MESSGERÄT

Urheberrechtsvermerk

Bedienungs- Anleitung SPIRANT BAM Schwebstaub Immissions- Messgerät

© Copyright 2012 Ecotech Pty Ltd. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Ecotech Pty Ltd, Inc. übersetzt werden.

Technische Unterstützung

Für technische Unterstützung, bitte konsultieren Sie zuerst die mitgelieferten Unterlagen um Ihr Problem zu lösen. Wenn Sie danach immer noch Probleme haben wenden Sie sich bitte an unseren Technischen Kundendienst, während unserer normalen Geschäftszeiten
.

Telefon: +61 3 9730 7800

Fax: +61 3 9730 7899

E-Mail: service@ecotech.com.au

Postadresse: Technical Services Department
Ecotech Pty Ltd.
1492 Ferntree Gully Road
Knoxfield, VIC, 3180
Australia

Achtung — für Ihre Sicherheit

Das Ecotech Spirant BAM Messgerät enthält eine kleine ^{14}C (Kohlenstoff -14) Beta Strahlenquelle. Die Aktivität dieser Quelle ist 60 µCi +/-15µCi (Mikro Curie) oder 2.22E+6 Bq. Diese Aktivität liegt unter der Freigrenze für ^{14}C von 1.0E+7 Bq, wie Sie in der Strahlenschutzverordnung (Anlage III Tabelle 1 Spalte 2) festgelegt wurde. Der Umgang mit dem Gerät ist demnach genehmigungs- und anzeigefrei. Als Benutzer oder Eigentümer des Messgerätes haben Sie die Wahl die Strahlenquelle zu Ecotech zur fachgerechten Entsorgung / Recycling zurückzugeben wenn das Gerät das Ende seiner Betriebszeit ereicht hat oder Sie können das gesamte Gerät selbst entsorgen.

Weder die ^{14}C Strahlenquelle, noch der Detektor sind im Feld zu reparieren. Wenn diese Komponenten ersetzt oder repariert werden müssen, dann muss das Messgerät zu einer unserer Servicestellen eingesandt werden.

Das Spirant BAM Messgerät sollte zurück in die Fabrik gesendet werden falls eine Neukalibrierung ansteht.

Die Ecotech Model Spirant BAM Zulassungen

DAS SPIRANT BAM MESSGERÄT IST ZUGELASSEN ALS EINE EQUIVALENTE METHODE ZUR MESSUNG VON PM_{10} VON DER UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY UNTER DER DESIGNATION NR.: EQPM-0798-122.

Die EPA Zulassung gilt für alle Spirant BAM und ältere Monitore des Typs G, -1 und die G -1 Messgeräte in die den ZMM-BX802 PM_{10} Lufteinlass verwenden, betrieben zur Messung von 24-Stunden Mittelwerten, mit einer Filterwechselfrequenz von einer Stunde, Glassfieber Filterband und mit oder ohne einer der folgenden Optionen: ZMM-BX823, Probenahmerohr Verlängerung; ZMM-BX825, Probenahmeheizung; ZMM-BX826, 230 VAC Probenahmeheizung; ZMM-BX828, Dach Dreibein; ZMM-BX902 Aussengehäuse; ZMM-BX903, Aussengehäuse klimatisiert; ZMM-BX961, Massendurchflussregelung; ZMM-BX967, eingebaute Kalibriervorrichtung. Benutzer werden hiermit darauf hingewiesen das Konfigurationen des Messgerätes die von dieser spezifischen Beschreibung abweichen nicht unbedingt alle Anforderungen der Zulassung (40 CFR, parts 50 and 53) einhalten brauchen. Das Meßsystem muss unter folgenden Bedingungen betrieben werden:

RANGE, Konzentrationsbereich:	1.000-Milligram/Kubikmeter
SAMMEL, Pump Zeit:	50 Minuten

Inhaltsverzeichnis

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN 10
1.1 Einleitung 10
1.2 Beschreibung 10
1.3 Gerätespezifikationen 10
1.4 Organisation und Anwendung 10
2 AUSPACKEN UND INSTALLATION 11
2.1 Auspacken und Installation 11
2.2 Verpacken 11
2.3 Aufstellung 11
2.4 Aufstellung auf einer Tischplatte 13
2.5 Geräterack Aufstellung 14
2.6 Einbauhinweise 14
3 Funktionsprinzip 18
3.1 Messprinzip 18
3.2 Anwendungsbezogene Aspekte 21
3.3 Software Beschreibung – Setup Mode 24
3.4 Berechnungen 24
4 VORBEREITUNG DER MESSUNG 26
4.1 Allgemein 26
4.2 Software Menüstruktur 28
4.3 Erdung des Instruments 29
4.4 Anschlüsse zum SPIRANT BAM
4.5 Netz einschalten und Aufwärmphase 31
4.6 Netzspannung 31
4.7 Das Einlegen des Filterbandes 31
4.8 Dichtheitsprüfung 33
4.9 Selbsttest 38
4.10 Start des Messzyklus 39
4.11 Auswahl der Einstellparameter 40
4.12 Clock Bildschirm zum Einstellen der Uhrzeit 41
4.13 SAMPLE Bildschirm zur Eingabe der Sammelzeiten 41
4.14 CALIBRATE Bildschirm zur Eingabe der Kalibrierwerte 43
4.15 EXTRA1 Bildschirm zur Eingabe verschiedener Parameter 46
4.16 ERRORS Bildschirm zur Einstellung der Fehlermeldungskriterien 47
4.17 PASSWORD Bildschirm zur Eingabe des Benutzerpassworts 49
4.18 INTERFACE Bildschirm zur Einstellung von Fernbedienungsparametern 50
4.19 SENSOR Bildschirm zur Anmeldung angeschlossener Sensoren 54
4.20 HEATER Bildschirm zum Setzen der Probenahmeheizungsparameter 56
5 BEDIENUNG 58
5.1 Einleitung 58
5.2 Lernen Sie die Benutzung der Tastatur 58
5.3 Normalbetriebsmodus 61
5.4 Untermenü „ Operate“ 61
5.5 Der „Normal“ Bildschirm 62
5.6 Der „INST“ Bildschirm zur Kontrolle der Momentanwerte 64
5.7 Der „Average“ Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte 65
6 KALIBRIERUNG 66

6.1 Werkskalibrierung 66
6.2 Automatische Kalibrierüberprüfung 66
6.3 Kalibrierung der Luftdurchsatzmessung im Feldeinsatz 66
6.4 Periodisches Setzen des Luftdurchsatzes per Hand 70
7 INSTRUMENT DIAGNOSE 71
7.1 Allgemein 71
7.2 Test Hauptmenü 71
7.3 Untermenü „Count Test“ zum Testen der Zählraten 72
7.4 Untermenü „Pump“ zum Testen der Pumpe und der Bestaubungskammer 73
7.5 Untermenü „Tape“ zum Testen des Filterbandtransports 74
7.6 Untermenü „DAC“ zum Testen das Analogausgangs 75
7.7 Untermenü „Calibrate“ zum Testen der Referenzmembran Kalibrierung 76
7.8 Untermenü „Interface“ zum Testen der digitalen Ein/Ausgänge 77
7.9 Untermenü „Flow“ zur Kalibrierung des Volumenstroms 78
7.10 Untermenü „ALIGN“ zum Testen aller Motorbewegungen 79
7.11 Untermenü „HEATER“ zum Testen der Probenahmeheizung 81
8 KOMMUNIKATION 84
8.1 Analog Ausgabe 84
8.2 Fernsteuer- und Fehlerrelais 84
8.3 RS-232 Datenübertragung 88
8.4 Direkte Verbindung zum PC 89
8.5 Verbindung mit einem Modem 89
8.6 RS232 - Menüsystem 90
8.7 Transfer Modul für RS232 Daten 91
9 FEHLERSUCHE 92
9.1 Problem Index 92
9.2 Fehlersuche 92
10 WARTUNG UND KALIBRIERUNG 95
10.1 Empfohlene regelmäßige Wartung 95
10.2 Kalibrier Einstellungen 97
10.3 Verbrauchmaterialien, Ersatzteile und Zubehör 98
ANHANG A - S P I R A N T BAM Gerätespezifikationen 100
ANHANG B - Daten der Werkskalibrierung für Ihr Gerät 103
ANHANG C - RS-232 Ausgabemenü 104
ANHANG D - RS-232 Fernsteuerbefehle 106
ANHANG E - Ausgabebeispiel der aktuellen Daten 108
ANHANG F - Betrieb der Serie 500 Sensoren mit dem Spirant BAM 109
ANHANG G - Fehlermeldungen 112

Liste der Tabellen

Tabelle 1: Hersteller Grundeinstellungen 24
Tabelle 2: Gemessene Betaabsorptions- Intensitäten 25
Tabelle 3: S p i r a n t BAM Ausgabewerte..... 25
Tabelle 4: Einstelluntermenüs 40
Tabelle 5: „Flow Type“ Einstellungen der Durchflussmessung 62
Tabelle 6: S p i r a n t BAM Fehlersuchanleitung..... 93
Tabelle 7: Gerätespezifikationen 100
Tabelle 8: S p i r a n t BAM Bedienelemente / Schnittstellen..... 101
Tabelle 9: S p i r a n t BAM Physikalische Parameter..... 102
Tabelle 10: S p i r a n t BAM Einstellwerte für die Serie 500 Sensoren..... 109

Liste der Gleichungen

Gleichung 1 18
Gleichung 2 18
Gleichung 3 19
Gleichung 4 19
Gleichung 5 19

Liste der Abbildungen

Abbildung 1: S p i r a n t BAM Aufstellung im Detail 13
Abbildung 2: S p i r a n t BAM Rack Aufstellung im Detail 14
Abbildung 3: S p i r a n t BAM Einbauhinweise 15
Abbildung 5: Frontansicht 27
Abbildung 6: Rückansicht 27
Abbildung 7: Menüstruktur der Gerätesoftware 28
Abbildung 8: S p i r a n t BAM Erdungsanschlüsse 29
Abbildung 9: S p i r a n t BAM Externe Anschlüsse 30
Abbildung 10: Benutzer Display 31
Abbildung 11: Filterband Menü 32
Abbildung 12: Einlegen des Filterbandes 33
Abbildung 13: ZMM-ZMM-BX302/305 Installation 34
Abbildung 14: Reinigung der Bestaubungskammer 36
Abbildung 15 Überprüfung der Internen Vakuumleitungen 37
Abbildung 16: Selbsttest Menü 38
Abbildung 17: Setup Bildschirm 40
Abbildung 18: CLOCK Bildschirm 41
Abbildung 19: SAMPLE Bildschirm 41
Abbildung 20: CALIBRATE Bildschirm 43
Abbildung 21: EXTRA1 Bildschirm 46
Abbildung 22: ERRORS Bildschirm 47
Abbildung 23: PASSWORD Bildschirm 49
Abbildung 24: INTERFACE Bildschirm 50
Abbildung 25: Standard Zyklus zeitlicher Ablauf 51
Abbildung 26: Early Zyklus zeitlicher Ablauf 52
Abbildung 27: SENSOR Bildschirm 54
Abbildung 28: HEATER Bildschirm 56
Abbildung 29: Einschalt - Bildschirm 58
Abbildung 30: Der (F1) Bildschirm zur Anzeige der Momentanwerte 59
Abbildung 31: Der (F2) Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte 60
Abbildung 32: Der (F3) Bildschirm zur Anzeige der gespeicherten Fehlermeldungen 60
Abbildung 33: Das OPERATE MODE Menü 61
Abbildung 34: Der Normal Mode Bildschirm 62
Abbildung 35: Der „Inst“ Bildschirm 64
Abbildung 36: Der „Average“ Bildschirm 65
Abbildung 37: Volumetric Flow Kalibrier Bildschirm 69
Abbildung 38: Test Menü 71
Abbildung 39: Der Count Test Bildschirm 72
Abbildung 40: Der Pump Test Bildschirm 73
Abbildung 41: Der Tape Test Bildschirm 74
Abbildung 42: Der DAC Test Bildschirm 75
Abbildung 43: Kalibrier Test Menü 76
Abbildung 44: Der Test Interface Bildschirm 77
Abbildung 45: Volumetric Flow Calibration Bildschirm 78
Abbildung 46: Das Alignment Test Menü 79
Abbildung 47: Test der Bestaubungskammer Photosensoren 79
Abbildung 48: Test des Shuttle Photosensor 80

Abbildung 49: Test des Photosensors der Vorratsspannrolle 80
Abbildung 50: Test des Photosensors der Transportwalze 80
Abbildung 51: Test des Sicherungshebel Photosensors 81
Abbildung 52: Test des Sensors der Referenz Membran 81
Abbildung 53: Der HEATER Bildschirm - RH..... 82
Abbildung 54: Der HEATER Bildschirm - Temperatur 82
Abbildung 55: Anschlussverbindungen zur Fernsteuerung 85
Abbildung 56: Reinigung der Bestaubungskammer..... 96
Abbildung 57: Hersteller Kalibrier Bildschirm..... 97
Abbildung 58: Analog Anschlussklemmenblock 110
Abbildung 59: Anschließen des 590 Windrichtungssensors..... 110
Abbildung 60: Anschliessen des 591 Windgeschwindigkeitssensors 110
Abbildung 61: Anschliessen des 592 Umgebungstemperatursensors..... 110
Abbildung 62: Anschliessen des 593 Relative Feuchtesensors..... 111
Abbildung 63: Anschliessen des 594 Barometrischen Luftdrucksensors..... 111
Abbildung 64: Anschliessen des 595 Sonnenstrahlungssensors..... 111

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN

1.1 Einleitung

Es werden für die Schwebstaubmesseinrichtung Spirant BAM 2 Geräteversionen unterschieden:
Spirant BAM 1000 für PM10

Spirant BAM 1100 für PM2,5
Der Ecotech Spirant BAM Monitor misst die Staubkonzentration in der Luft und speichert sie automatisch in einem eingebauten Datenspeicher. Er verwendet als Messprinzip die Abschwächung von Betateilchen beim Durchgang durch ein Filterband.
Eine kleine ^{14}C (< 60 µCi) Strahlenquelle sendet eine extreme konstante Anzahl von Elektronen, auch als Betateilchen bezeichnet aus. Diese Betateilchen werden mit einem hochempfindlichen Szintillationszähler gemessen. Eine externe Pumpe zieht eine definierte Luftmenge durch das Filterband. Die Staubpartikel die sich in der Luft befinden werden auf dem Filterband abgeschieden. Das bestaubte Filter wird zwischen die Strahlenquelle und dem Detektor positioniert. Die durch die gesammelten Staubpartikel hervorgerufene Abschwächung der Betateilchen wird gemessen. Die Stärke der Abschwächung ist proportional der auf dem Filter abgeschiedenen Staubmasse. Mit Hilfe der gemessenen Luftmenge kann aus der Staubmasse die gewünschte Staubpartikelkonzentration der Umgebungsluft bestimmt werden.

1.2 Beschreibung

Der Spirant BAM Monitor besteht aus drei Hauptkomponenten: dem Zentralgerät mit Datenspeicher, der Pumpe und einem Lufteinlass. Jede Komponente ist eine separate Einheit und kann deshalb einfach für Wartung oder Austausch zugänglich. Der Spirant BAM Monitor ist Eignungsgeprüft von der United States Environmental Protection Agency (US- EPA) und als Equivalent Method (EQPM-0798-122) zugelassen. Hierzu muss die Mess- Einrichtung mit einem PM_{10} Lufteinlass ausgerüstet sein und in einem bestimmten Betriebsmodus betrieben werden. Details hierzu finden Sie auf Seite 4 dieser Anleitung. Darüber hinaus kann die Messeinrichtung auch mit einem Lufteinlass zur Messung von Staubpartikeln kleiner als 2.5um ($PM_{2.5}$) oder Gesamtstaub (Total Suspended Particulate - TSP) zur Messung dieser Staubfraktionen ausgerüstet werden.

1.3 Gerätespezifikationen

Die Gerätespezifikationen der Spirant BAM Monitore sind in Anhang A beschrieben.

1.4 Organisation und Anwendung

Dieses Handbuch ist geschrieben worden, um die Informationen anzusprechen, die der Benutzer für den Betrieb des Messgerätes benötigt. Es umfasst alle Routineaspekte der Aufstellung, Betrieb und der laufenden Wartung. Es umfasst auch die einfache Störungssuche. Dieses Handbuch ist nicht als Wartungs- und Reparaturhandbuch zu verstehen. Tiefergehende Reparaturen sollten ausschließlich von ausgebildeten Service Personen durchgeführt werden.

2 AUSPACKEN UND INSTALLATION

2.1 Auspacken und Installation

ANMERKUNG: Wenn Sie irgendwelche Beschädigungen an der Verpackung des Gerätes VOR dem Auspacken bemerken, sollten Sie unverzüglich den Spediteur benachrichtigen. Sollten Sie Beschädigungen an dem Gerät feststellen benachrichtigen Sie bitte nach dem Spediteur auch Ecotech.

Nehmen Sie das Messgerät aus der Verpackung, öffnen Sie die Tür mit der Anzeigeeinheit und dann entfernen Sie vorsichtig die zwei weißen Plastikringe im inneren des Gerätes von den Filterbandtransportrollen. Entfernen Sie Ringe allerdings erst wenn Sie das Messgerät wirklich installieren.

Diese Ringe müssen installiert sein wenn das Gerät bewegt oder transportiert wird um eine Beschädigung des Filterbands Mechanismus zu vermeiden.

.

ANMERKUNG: Bitte heben Sie die Ringe und das Verpackungsmaterial auf, für den Fall, das Sie das Gerät zur Fabrik zurück senden müssen.

2.2 Verpacken

Bevor Sie das Gerät zu Ecotech zurück senden, setzen Sie sich bitte mit unserem Service in Verbindung. Sie erhalten dann eine Rücksendenummer, die wir für die Bearbeitung und Sie zur Referenz benötigen.

ANMERKUNG: Der Spirant BAM Monitor muss mit den zwei Plastikringen installiert auf den Transportrollen zurück gesendet werden. Sollten Sie die Ringe verlegt haben wenden Sie sich bitte für einen Ersatz an unseren Kundendienst.

Ecotech ist nicht für eine Beschädigung des Monitors durch fehlende oder falsch installierte Transportsicherungsringe verantwortlich.

2.3 Aufstellung

Die Spirant BAM Monitore sind ausgelegt für den Betrieb in einer Temperatur geregelten Umgebung, wie z.B. einem mobilen Container oder einem Gebäude. Der Standard Lufteinlass ist so ausgelegt dass er durch das Dach des Gebäudes oder des Containers montiert werden kann. Der Spirant BAM Monitor ist für eine Betriebstemperatur zwischen 0^{o} C und $+40^{o}$ C ausgelegt, die relative Luftfeuchte sollte 90% nicht übersteigen, auf keinen Fall darf Kondensation auftreten. Der Aufstellungsort sollte entsprechend gewählt sein, darüber hinaus ist auf einen waagerechten Einbau und eine möglichst vibrationsfreie und staubfreie Umgebung zu achten. Ecotech bietet folgende Container für den Einbau des Spirant BAM Monitors an: ZMM-BX902 nur beheizt und ZMM-BX903 geheizt und gekühlt. In Abschnitt 10.3 finden Sie eine komplette Liste der Spirant BAM Optionen. Wenn Sie den Spirant BAM Monitor installieren beachten Sie bitte die folgenden Kriterien.

1) Freie Anströmung des Lufteinlasses: Der Lufteinlass des Spirant BAM Monitors muss mindestens einen (1) Meter Abstand von allen Gegenständen haben, die die

Anströmung der Luft beeinflussen könnten, dies schließt auch den Lufteinlass eines zweiten Instrumentes ein. Zum Beispiel wenn in einer Meßstation 2 Spirant BAM Monitore installiert werden sollen oder ein zusätzlicher PM2.5 Filtersammler, dann ist darauf zu achten, das der Abstand zwischen den Lufteinlässen der Geräte nicht kleiner als 2 Meter ist. Für den Fall, dass Sie das Gerät In der Nähe eines Sammlers mit sehr hohem Sammelvolumen installieren wollen, dann sollte der Abstand des Lufteinlasses des Spirant BAM Monitors und des Sammlers nicht weniger als drei (3) Meter betragen. Diese Abstände sind unter anderem in den Richtlinien der U.S. EPA festgelegt. (40 CFR Part 58).

2) Lufteinlasshöhe: Die Höhe des Lufteinlasses sollte gleich der Höhe der verwendeten PM10 oder PM2.5 Referenzsammler sein. Wenn das Messgerät nicht zusammen mit einem Sammler betrieben wird, sollte der Lufteinlass in einer Höhe von 2 Metern über dem Dach des Messcontainers angebracht werden.

3) Abstand zwischen der Messcontainerdecke und dem Spirant BAM Messgerät: Ein minimaler Abstand von 20 cm ist erforderlich zwischen der Oberkante des Spirant BAM Messgerätes und der Messcontainerdecke. Dieser Abstand ist notwendig um die Option der Probenahmeheizung auch nachträglich einbauen zu können.

4) Probenahmeheizung: Zwei Versionen von Probenahmeheizungen sind erhältlich.
1. Die Probenahmeheizung besteht aus einem Heizband, das um das Probenahmerohr gewickelt wird (nur innerhalb des Messcontainers). Wenn diese Option eingebaut ist beheizt das Heizband ca. 10 cm des Probenahmerohres. Das Heizband sollte mindestens 5 cm Abstand vom jeweiligen Ende des Heizbandes zu jeglichen Objekten, wie z.B. dem Instrument oder dem Containerdach haben.
2. Die Probenahmeheizung besteht aus einem Aluminiumblock, der mit Stellschrauben am Probenahmerohr befestigt wird. Für diese Heizoption wird im Gerät ein Sensor für die relative Feuchte und die Temperatur nach dem Filterband benötigt. Die Software betreibt die Probenahmeheizung unter Berücksichtigung dieser Sensorwerte. Diese Heizoption deckt ebenfalls ca. 10cm des Probenahmerohres ab und wird an der Rückseite des Messgerätes an einem speziellen Stecker angeschlossen. Eine zusätzliche Isolationsmanschette bedeckt ca. 20cm des Probenahmerohres Auf Grund dieser Abmessungen sollte der minimale Abstand zwischen dem Spirant BAM und der decke des Messcontainers nicht kleiner als 20cm sein.

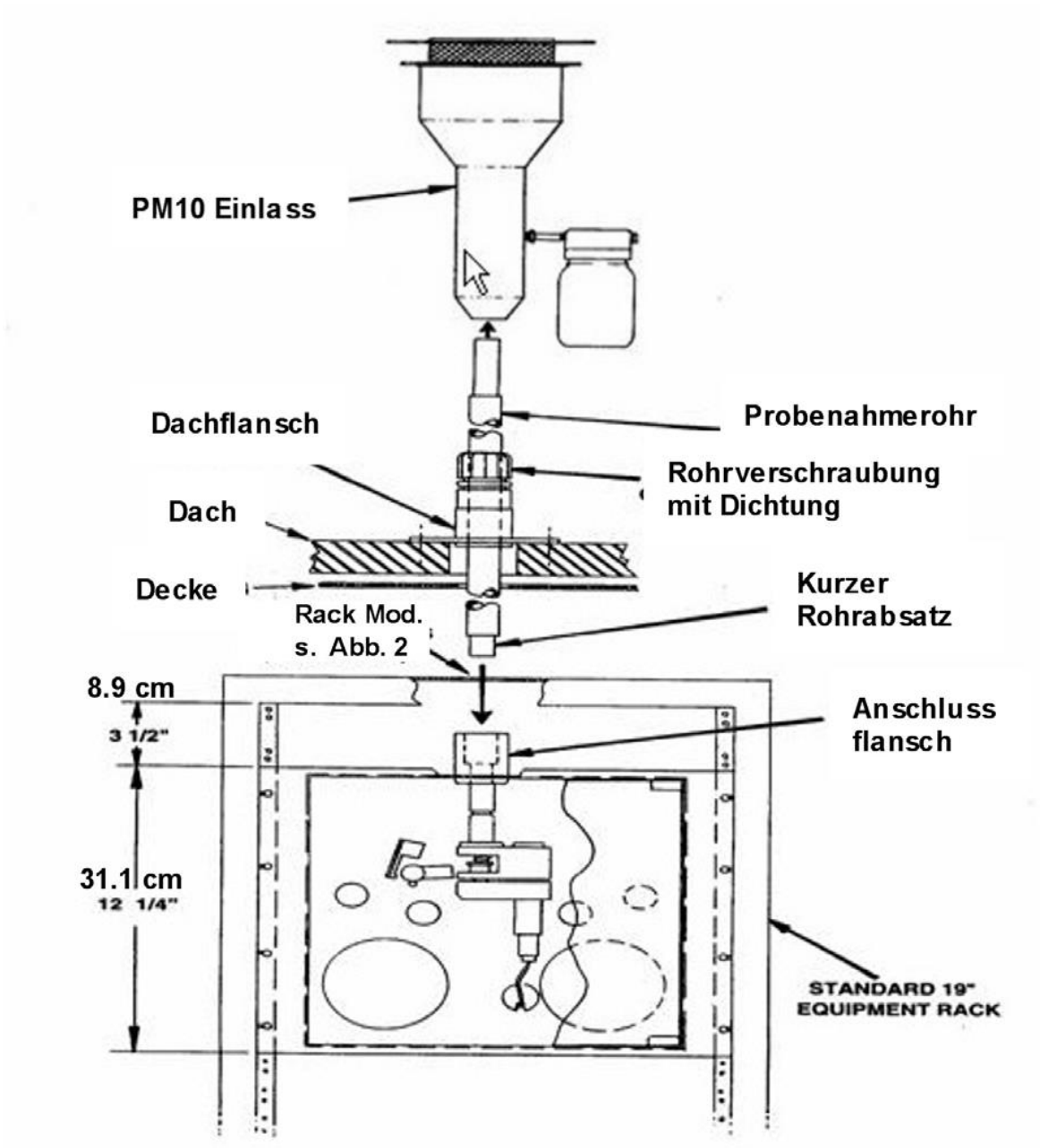
5) Lufteinlass: Das gerade, vertikale Probenahmerohr des Spirant BAM limitiert die Einbauweise der Spirant BAM Zentraleinheiten. Das Spirant BAM robuste Aluminium Probenahmerohr hat einen Außen-Durchmesser von 33.3 mm und ist 2,4 m lang. Das untere Ende des Probenahmerohres passt direkt in den am Spirant BAM vorgesehenen Rohranschluss, das andere Ende des Rohres zeigt vertikal aufwärts durch die Decke des Messcontainers. Der gewählte Lufteinlass wird am oberen ende des Probenahmerohres einfach aufgesteckt. Der Spirant BAM PM10 Lufteinlass sollte in der gleichen Höhe wie die verwendeten Referenzsammler angebracht werden. (ungefähr 2m über dem Dach des Messcontainers). Beim Einbau sollte darauf geachtet werden, dass zukünftige Wartungsarbeiten, Entfernen oder Neuinstallation einfach möglich sind.

Anmerkung: Die Einbauspezifikationen für das Spirant BAM Messgerät entsprechen dem Spezifikationen für die Messung von PM2.5 Staubkonzentrationen entsprechend der U.S. EPA PM2.5 Kriterien aufgelistet in Code of Federal Regulations (40 CFR, Part 58).

2.4 Aufstellung auf einer Tischplatte

Sie können das Spirant BAM Messgerät direkt auf einer Tischplatte aufstellen, wobei das Probenahmerohr sich unmittelbar über dem Messgerät befinden muss. Das Spirant BAM ist hierzu mit Gummifüssen ausgerüstet. Die Tischplatte sollte waagerecht aufgelegt sein und ein einfacher Zugang zu den rückseitigen Anschlüssen des Gerätes sollte möglich sein um Einstellungen oder Wartungsarbeiten durchführen zu können. Der Abstand zwischen dem Lufteinlass und der Oberkante des Spirant BAM Messgerätes sollte 4.8m nicht übersteigen. Wenn Sie eine längere Probenahme benötigen wenden Sie sich bitte an unsere Ecotech Service Abteilung. Weitere Details zur Aufstellung entnehmen Sie bitte aus Abbildung 1.

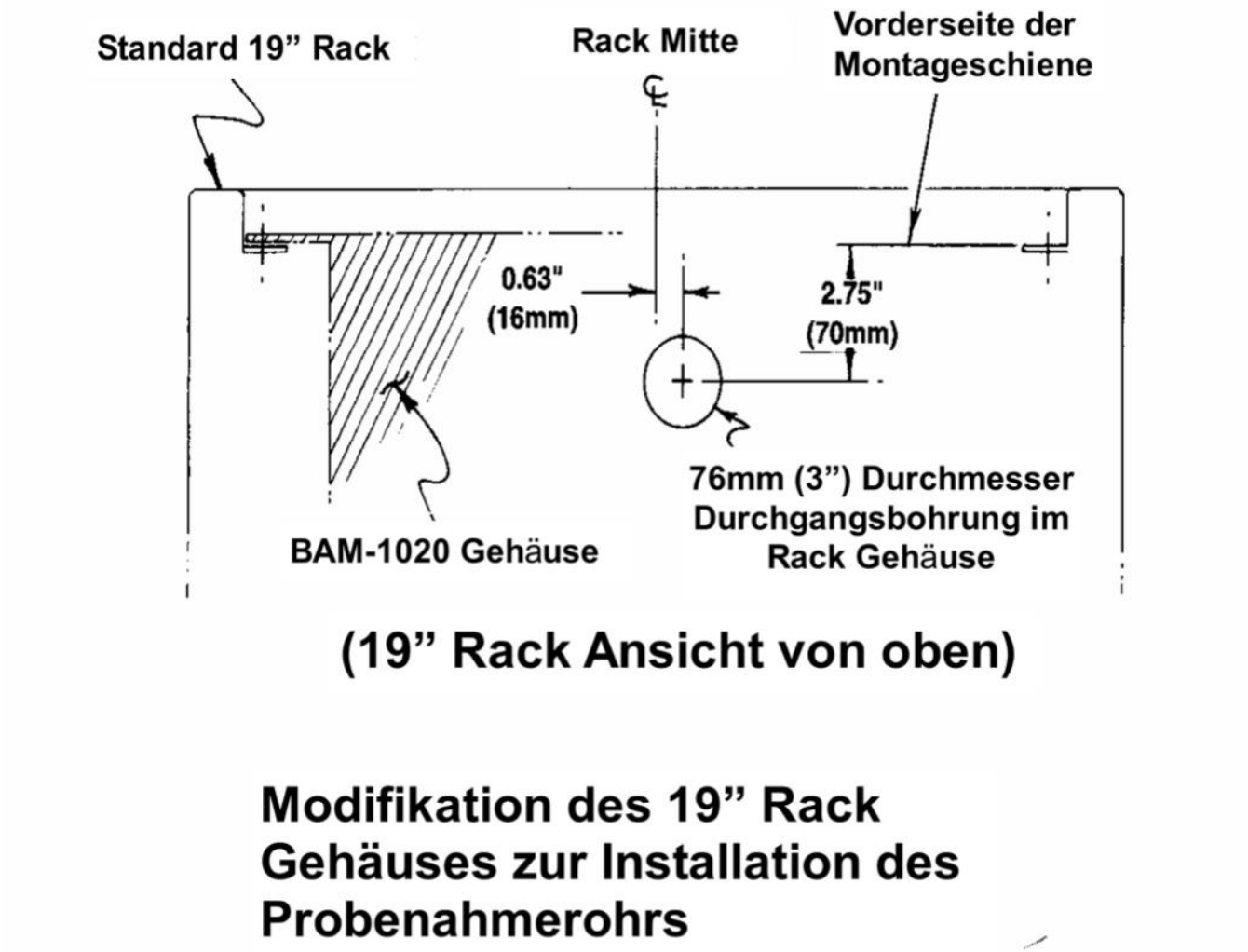
Abbildung 1: Spirant BAM Aufstellung im Detail



2.5 Geräterack Aufstellung

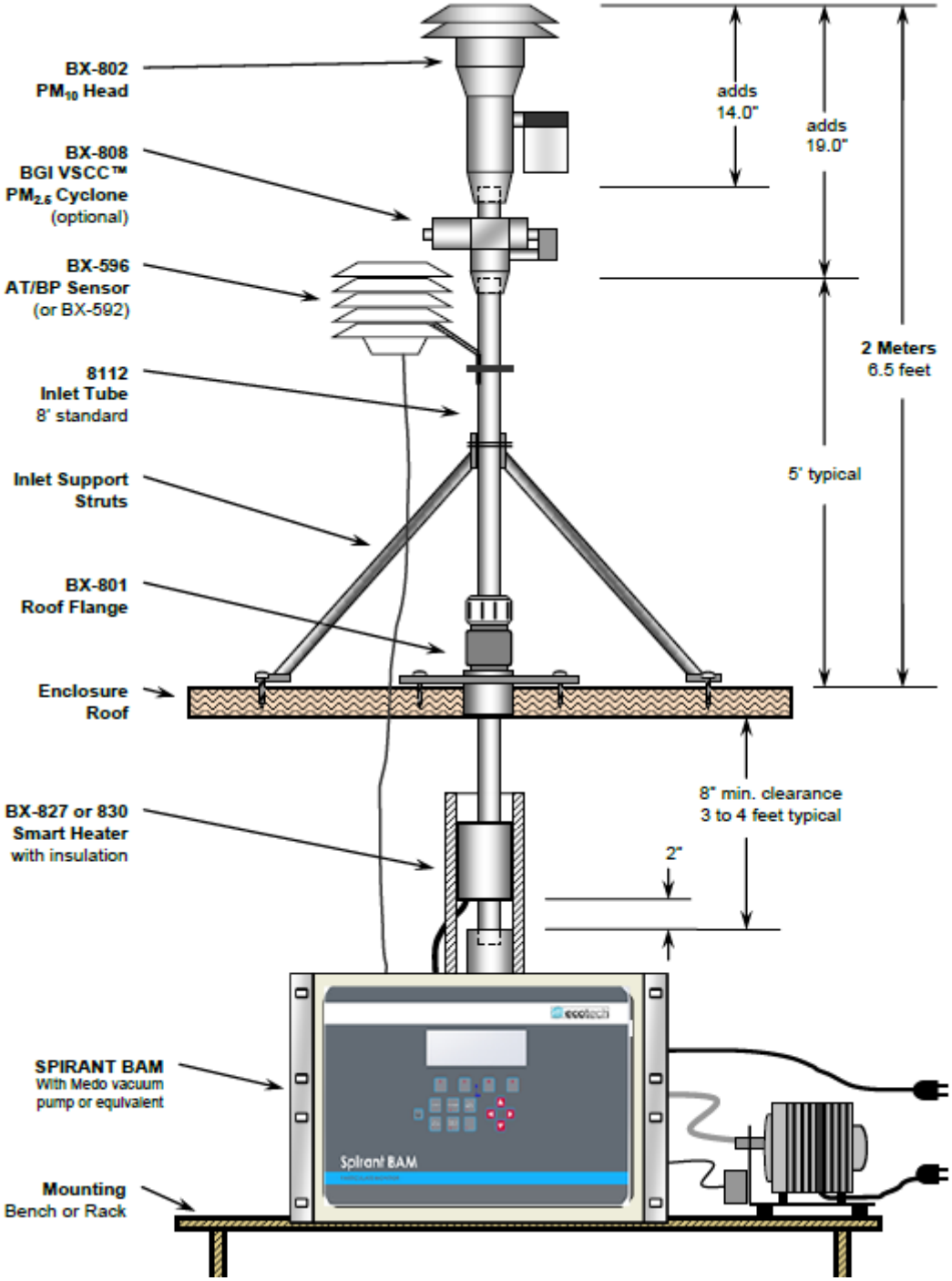
Sie können das Spirant BAM in einem Standard 19” Geräterack mit entsprechenden Einbaumaterialien einbauen. Die benötigten Einbaumaterialien gehören zum Standardlieferumfang des Spirant BAM Geräts. Wenn Sie das Spirant BAM in ein Fahrzeug einbauen möchten sollten Sie Teleskopschienen zum Einbau verwenden. Allerdings ist dabei darauf zu achten das das Gerät während der Fahrt gegen herausrutschen gesichert kann. Details zur Rack Aufstellung entnehmen Sie aus Abbildung 2 .

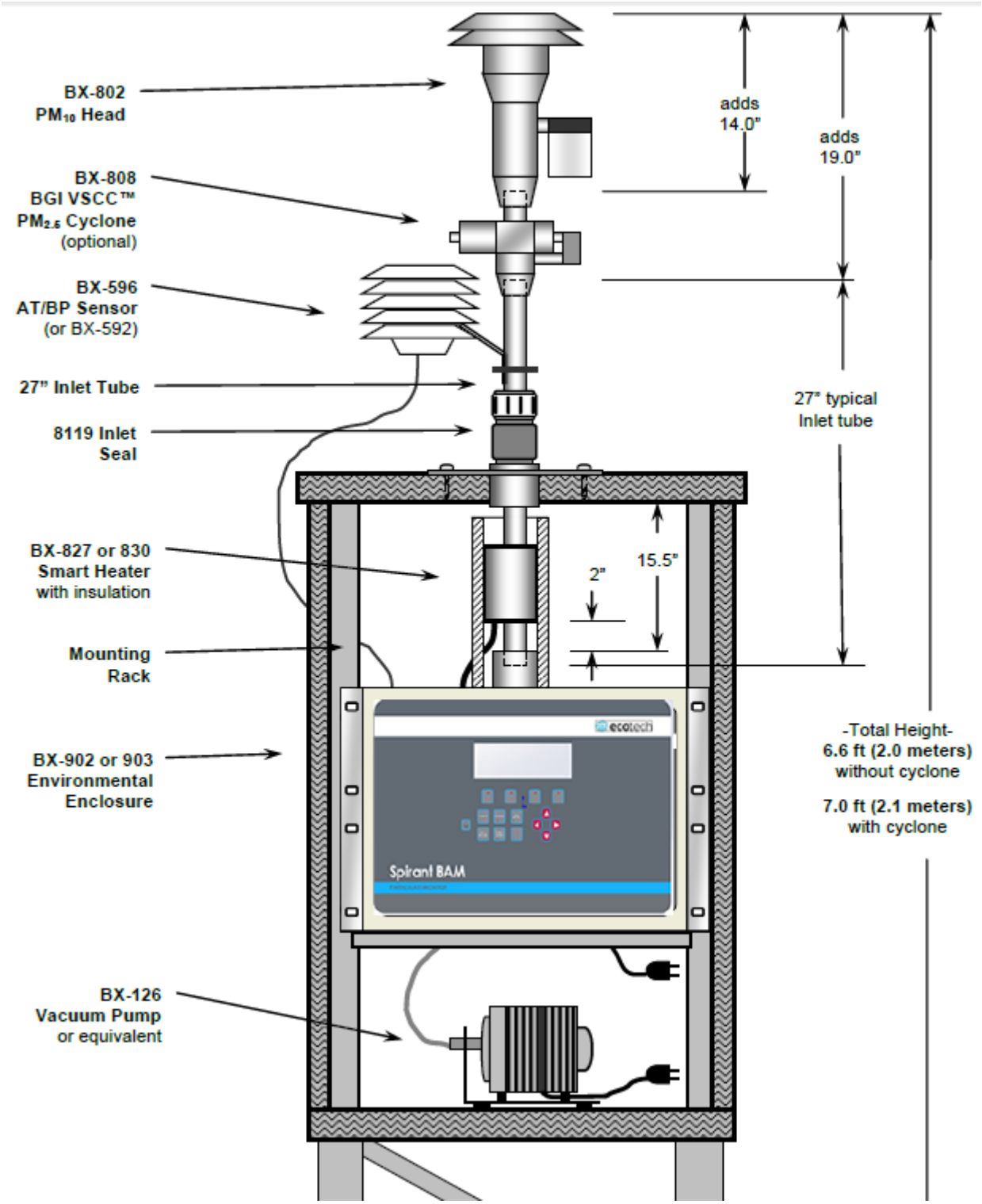
Abbildung 2: Spirant BAM Rack Aufstellung im Detail



2.6 Einbauhinweise

Der Einbau des Spirant BAM Messgerätes sollte von Personen ausgeführt werden, die sich mit Messgeräten zur Messung von Umweltparametern auskennen. Es existieren zwar keine speziellen Vorsichts- oder Umgangsmassnahmen, aber die normalen Umgangsregeln mit wissenschaftlichen Geräten sollten beachtet werden.


BX-802
PM10 Head
BX-808
BGI VSCC™
PM2.5 Cyclone
(optional)
BX-596
AT/BP Sensor
(or BX-592)
8112
Inlet Tube
8' standard
Inlet Support
Struts
BX-801
Roof Flange
Enclosure
Roof
BX-827 or 830
Smart Heater
with insulation
SPIRANT BAM
With Medo vacuum
pump or equivalent
Mounting
Bench or Rack
adds
14.0"
adds
19.0"
2 Meters
6.5 feet
5' typical
8" min. clearance
3 to 4 feet typical
2"
Spirant BAM


BX-802
PM10 Head
BX-808
BGI VSCC™
PM2.5 Cyclone
(optional)
BX-596
AT/BP Sensor
(or BX-592)
27" Inlet Tube
8119 Inlet
Seal
BX-827 or 830
Smart Heater
with insulation
Mounting
Rack
BX-902 or 903
Environmental
Enclosure
BX-126
Vacuum Pump
or equivalent
adds
14.0"
adds
19.0"
27" typical
Inlet tube
2"
15.5"
-Total Height-
6.6 ft (2.0 meters)
without cyclone
7.0 ft (2.1 meters)
with cyclone
Spirant BAM

Die folgende Anleitung ist eine Schritt für Schritt Anleitung die sich auf Abbildung 3 bezieht.

1. Schritt 1 -- PROBENAHMEROHR
    a. Bestimmen Sie Stelle an der das Probenahmerohr durch die Decke des Messcontainers oder des Gehäuses nach außen soll.
    b. Bohren Sie ein 2 ¼" (58mm) Durchmesser Loch an dieser Stelle durch das Dach.
    c. Bohren Sie ein 3/8" (10 mm) Durchmesser Loch 6" (150 mm) von dem 2 ¼" Loch. Dieses Loch ist für den Sensor zur Messung der Umgebungstemperatur. (Option: für das ZMM-BX592 Kabel)
    d. Bringen Sie Silikondichtmasse um das 2 ¼" Loch auf und Plazieren Sie den Dachdurchführungsflansch über dem Loch.
    e. Schrauben Sie den Flansch mit den 4 selbst schneidenden Schrauben auf dem Dach fest und bringen Sie weitere Silikondichtmasse um den Flansch herum auf, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern.
    f. Schrauben Sie die graue Dachdurchführung in den Flansch.
    g. Stecken Sie das Anschlusskabel des Temperatursensors durch das 3/8" (10 mm) Durchmesser Loch. Dichten Sie um das Kabel herum um das Eindringen von Wasser zu Verhindern. (Option: ZMM-BX592)
    h. Entfernen Sie die weiße Kappe und die Gummidichtung von der Dachdurchführung.
    i. Führen Sie das Probenahmerohr durch die Dachdurchführung in den Rohranschluss an der Oberseite des Spirant BAM Monitors.
    j. Drücken Sie das Probenahmerohr fest in den Anschlussflansch des SPIRANT BAM bis Sie einen Stopp spüren. Es ist sehr wichtig dass das Probenahmerohr in rechten Winkel in das Spirant BAM eingebracht wird. Das ordnungsgemäße öffnen und schließen der Bestaubungskammer wird beeinträchtigt, wenn es durch einen falsche Einbau des Probenahmerohres zu eine Verklemmung des Mechanismus kommt. Ein einfacher Test ist darauf zu achten das das Probenahmerohr nach dem Einbau sich noch drehen lässt.
    k. Stecken Sie die Gummidichtung und die weiße Kappe über das Probenahmerohr. Die Gummidichtung lässt sich leichter installieren, wenn Sie das Probenahmerohr etwas mit Wasser anfeuchten.
    l. Schrauben Sie die weiße Kappe auf die graue Dachdurchführung.
    m. Stecken Sie den Haltearm für den Temperatursensor auf das Probenahmerohr und befestigen Sie ihn in einer Höhe von 6" (150 mm) unterhalb der Oberkante des Probenahmerohres mit Hilfe der Inbusklemmschrauben (Option: ZMM-BX592).
    n. Befestigen Sie den ZMM-BX592 Temperatursensor auf dem Haltearm indem Sie die Klemmen schließen und einschnappen lassen. (Option: ZMM-BX592)
    o. Plazieren Sie die Probenahmerohrstützen in einem Winkel von 90 Grad und befestigen Sie mit einer Rohrschelle.
    p. Befestigen Sie das andere ende der Stützen mit selbst schneidenden Schrauben auf dem Dach. Dichten Sie die Schrauben um ein eindringen von Wasser zu vermeiden.
    q. Stecken Sie den PM2.5 Zyklon Lufteinlass auf das Probenahmerohr (Option: ZMM-BX 807).
    r. Stecken Sie den PM10 Lufteinlass auf das PM2.5 Zyklon.

2. Schritt 2 -- ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE
    a. Einbau der Probenahme Heizung: Zwei Typen existieren siehe Beschreibung für Installation.
        i. Aluminium Block Heizung – Stechen Sie das Probenahmerohr durch den Heizblock. Achten Sie darauf, dass die Anschlusskabel nach unten zeigen. Die Unterseite des Heizblocks sollte 2" (50 mm) oberhalb des Spirant BAM Monitors positioniert werden. Befestigen Sie die Heizung mit den Klemmschrauben. (Option: ZMM-BX827, ZMM-BX830)

ii. Im Lieferumfang der ZMM-BX827/830 Option ist eine 12” (300mm) langes Isolationsrohr. Das Rohr ist in der Mitte der Länge nach geteilt um eine einfache Montage zu gewährleisten. Bringen Sie die Isolation um die Heizung und das Probenahmerohr herum an und befestigen Sie die beiden Halbschalen mit dem mitgelieferten Klebestreifen. Das Isolationsrohr kann mit einer Schere auf maß gekürzt werden falls nicht genügend Platz vorhanden sein sollte.
iii. Heizband – Wickeln Sie das Heizband um das Probenahmerohr beginnend ungefähr 2” (50 mm) oberhalb des Spirant BAM. Sichern Sie das Heizband mit dem mitgelieferten Aluminium Klebeband. (Option: ZMM-BX825, ZMM-BX826)

b. Es gibt 3 Optionen für den Netzanschluss der Probenahmeheizungen.
   i. Standard Stecker – direkt in 120VAC / 220VAC.
   ii. Grüner Metal Stecker passt in den Anschluss auf der Geräterückseite.
   iii. Smart heater box (8891) Schließen Sie die Box an 120VAC/220VAC und verbinden Sie die Heizung mit der Box.
c. Klemmen Sie die Steuerleitung der Pumpe in die auf der Geräterückseite angebrachte Klemmleiste mit der Beschriftung „pump“ Verbinden Sie das andere Ende der Steuerleitung mit den an der Pumpe vorgesehen Klemmverbindungen. Auf eine Polarität muss nicht geachtet werden.
d. Verbinden Sie den Vakuumschlauch der Pump mit dem Vakuumanschluss auf der Rückseite des Spirant BAM.
e. Stecken Sie den Netzstecker der Pumpe in eine Steckdose.
f. Verbinden Sie die Erdverbindung des Spirant BAM. (Siehe Abschnitt 4.3)
g. Verbinden Sie den Temperatursensor auf Kanal 6 (CH6) des Spirant BAM Monitors. (Option: ZMM-BX592)
h. Verbinden Sie den Analogausgang des Spirant BAM mit einem externen Datenspeicher (Option: Kundenspezifischer Data Logger)

3. Schritt 3 -- BEDIENUNG
   a. Einlegen des Filterbandes Abschnitt 4.7.
   b. Schließen Sie die Fronttür. Drücken Sie die TAPE Taste auf der Tastatur der Frontplatte.
   c. Drücken Sie die SELF TEST Taste auf der Tastatur.
   d. Wenn alle Testpunkte mit OK beendet sind drücken Sie “exit”.
   e. Die Anzeige sollte nun OPERATE ON anzeigen.
   f. Das Messgerät ist nun betriebsbereit und wartet auf den Begin der nächsten Stunde um die Messung zu starten.
   g. Abschnitt 4 und 5 gibt detaillierte Hinweise auf den Betrieb und die Einstellung des Gerätes.

3 Funktionsprinzip

Dieser Abschnitt ist in drei Teile gegliedert. Der erste beschreibt das zugrunde liegende Messprinzip der Spirant BAM Monitore. Der zweite beinhaltet anwendungsbezogene Aspekte bei der Umsetzung des Funktionsprinzips in ein praktisches Messgerät und der dritte Teil beschreibt wie die Gerätesoftware das Messprinzip bei der Messung umsetzt.

3.1 Messprinzip

Elektronen, die von dem radioaktiven Zerfall der ^{14}C (Kohlenstoff-14) Strahlenquelle ausgesendet werden können mit der umgebenden Materie wechselwirken. Sie verlieren einen Teil ihrer Energie und in einigen Fällen werden sie auch vollständig absorbiert. Die Elektronen die durch den Zerfall eines radioaktiven Materials erzeugt werden bezeichnet man auch als Betastrahlen oder Betateilchen und die Wechselwirkung ist als Betaabsorption bekannt. Wenn man Materie zwischen einer Betastrahlenquelle und einem geeigneten Detektor platziert, wird ein Teil der Betateilchen absorbiert. Dies resultiert in einer Reduktion der Anzahl der Betateilchen, die den Detektor erreichen. Die Größe der Reduktion ist eine Funktion hängt von der absorbierenden Masse zwischen dem Detektor und der ^{14}C Strahlenquelle ab.

Die Anzahl der Betateilchen, die durch die absorbierende Materie, zum Beispiel Staub auf einem Filterband, durchdringen nimmt in guter Näherung exponentiell mit der Masse ab. Gleichung 1 gibt den Zusammenhang an.

Gleichung 1

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

In Gleichung 1 ist I die gemessene abgeschwächte Betateilchenanzahl (Anzahl pro Zeiteinheit) (des staubbeladenen Filterbandes), I_0 ist die gemessene Betateilchenanzahl ohne zusätzliche Massenabschwächung (unbeladenen Filterbandes), μ ist der spezifische Massenabschwächungskoeffizient des absorbierenden Materials in (cm^2/g) und x ist die Massendichte der absorbierenden Masse (g/cm^2).

Gleichung 1 ist ähnlich dem aus der optischen Spektrometrie bekannten Gesetz von Beer und Lambert. Ebenso wie das Beer Lambert'sche Gesetz beschreibt was bei der Absorption von Licht tatsächlich passiert beschreibt Gleichung 1 vereinfacht den Prozess der Betaabsorption. Mit dieser mathematischen Gleichung lässt sich so der Prozess der Betaabsorption beschreiben. Trotz dieser Vereinfachung zeigen Experimente mit entsprechend gut konstruierten Messgeräten, wie z.B. dem Spirant BAM, das die Verwendung der vereinfachten Mathematik zu keinem wesentlichen Fehler bei der Messung führt.

Gleichung 1 kann nach x, der Massendichte der absorbierenden Masse umgestellt werden. Dies ist in Gleichung 2 gezeigt.

Gleichung 2

$$-\frac{1}{\mu}\ln\left[\frac{I}{I_0}\right] = \frac{1}{\mu}\ln\left[\frac{I_0}{I}\right] = x$$

In der Praxis wird der Absorptionskoeffizient experimentell bestimmt zum Beispiel durch einen Kalibrierprozess und wenn I und I_0 gemessen werden, ist x die zu messende Massendichte einfach zu berechnen.

Normalerweise wird die Umgebungsluft mit einem konstanten Volumenstrom (Q) über einen Zeitraum Δ t gesammelt. Das gesamte Luftvolumen wird durch ein Filterband geleitet auf dem die sich in der Luft befindenden Staubteilchen abgeschieden werden. Die Größe der Filterbandfläche durch die die Luft geleitet wird ist A. Aus der nach Gleichung 2 berechneten Massendichte ist es nun mit Hilfe von Gleichung 3 möglich die gesuchte Massenkonzentration der Staubpartikel (µg/m^3) in der Umgebungsluft zu bestimmen.

Gleichung 3

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6 A(cm^2)}{Q\left(\frac{liter}{min}\right)\Delta t(min)} * x$$

In Gleichung 3 ist c die Partikel Konzentration der Umgebungsluft (µg/m^3), A die Größe des Bestaubungsflecks auf dem Filterband (cm^2), Q der Volumenstrom mit dem die Umgebungsluft gesammelt wird (Liter/Minute), und Δ t ist die Sammelzeit (Minuten). Setzt man Gleichung 2 in 3 ein erhält man letztendlich den gesuchten Zusammenhang für die Staubkonzentration in der Umgebungsluft in den entsprechenden Maßeinheiten. Dies ist in Gleichung 4 gezeigt,

Gleichung 4

$$c\left(\frac{\mu g}{m^3}\right) = \frac{10^6 A(cm^2)}{Q\left(\frac{liter}{min}\right)\Delta t(min)\mu\left(\frac{cm^2}{g}\right)} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

Der Schlüssel zum Erfolg von Betamonitoren ist zum Grossteil in der Tatsache begründet das µ, der Absorptionskoeffizient weitgehend unabhängig von dem gemessenen Material ist. Dies macht das Spirant BAM Messgerät auch weitgehend unempfindlich gegenüber Änderungen in der chemischen Zusammensetzung des gesammelten Materials.

Um eine Fehlerabschätzung der Messung zu erhalten kann man die konventionelle Fehlerfortpflanzungsregel auf Gleichung 4 anwenden. Dabei wird eine Gleichung für den relativen Fehler der Messung (σ_c/c) als Funktion der Unsicherheit der einzelnen Parameter der Gleichung 4 erzeugt. Dies führt zu Gleichung 5.

Gleichung 5

$$\frac{\sigma_c}{c} = \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{A^2} + \frac{\sigma_Q^2}{Q^2} + \frac{\sigma_t^2}{t^2} + \frac{\sigma_\mu^2}{\mu^2} + \frac{\sigma_I^2}{I^2 \ln\left[I/I_0\right]^2} - \frac{\sigma_{I_0}^2}{I_0^2 \ln\left[I/I_0\right]^2}}$$

Betrachtet man Gleichung 5 kann man verschiedene Dinge ablesen. Die relative Unsicherheit der Messung (σ_c/c) wird verkleinert (verbessert) durch eine Vergrößerung von der bestaubten Fläche auf dem Filterband (A), dem Volumenstrom (Q), der Sammelzeit (t), des Absorptionskoeffizienten (μ), I und I_0.

In der Praxis werden Unsicherheiten verbunden mit der Filterfläche (σ_A/A) minimiert, wenn man sicherstellt das sich das Filterband in exakt derselben Position befindet sowohl bei der Messung von I_0 als auch bei der Messung von I. Der Transportmechanismus des Bam-1020 Monitors ist so konstruiert, das es hier zu einem vernachlässigbaren Fehler kommt.

Der relative Fehler durch die Unsicherheit im Volumenstrom (σ_Q/Q) kann durch geeignete Regelung des Volumenstroms im Messgerät minimiert werden. Für das Standard Spirant BAM Messgerät ist dieser Fehler in der Größenordnung von ± 3%. Für das Spirant BAM Messgerät ausgerüstet mit der Option Massendurchflussregelung reduziert sich dieser Fehler auf ca ± 1%.

Der relative Fehler durch die Unsicherheit im Absorptionskoeffizienten (σ_μ/μ), kann hervorgerufen werden durch eine verbleibende geringe Abhängigkeit der Absorption von der chemischen Zusammensetzung der gesammelten Staubpartikel. Typischerweise liegt der relative Fehler hier in der Größenordnung von ± 2-3%, wenn man den Absorptionskoeffizient mit den bei der Kalibrierung verwendeten Werten von μ vergleicht.

Der relative Fehler verbunden mit der Messung von I und I_0 hat mit dem physikalischen Prozess des Betazerfalls vom ^{14}C zu tun. Dieser Zerfall gehorcht den Gesetzen der Poisson Statistik. Poisson Statistik zeigt, das die Unsicherheit der Messung von I (σ_I/I) und I_0 (σ_{I0}/I_0) verringert werden wenn man die Messzeit für die Zählraten erhöht. Mathematische Analysen zeigen, das eine Verdopplung der Messzeit und damit der Zählraten I und I_0 die Unsicherheit der Messung um einen Faktor 1.41 (Quadratwurzel von 2) verringert wird.

3.2 Anwendungsbezogene Aspekte

Der Spirant BAM Monitor verwendet einen Sammelzyklus der die Gesamtzeit die für eine Messung benötigt wird optimiert. Jeder Messzyklus beinhaltet eine automatische Überprüfung der Kalibrierung die während der Sammelzeit auf einer anderen Filterbandstelle mit Hilfe einer eingebauten automatischen Kalibrierfolie durchgeführt wird. Zusätzlich zu dieser Referenzwertmessung wird in jedem Messzyklus auch eine Nullmessung durchgeführt. Diese Messung wird am derselben Stelle am Filterband durchgeführt an dem auch die Referenzmessung gemacht wurde.

1. Der Anfangswert der Zählrate (I_0) des sauberen Filterbandes wird am Anfang des Messzyklus während einer Zeitdauer von 4 Minuten bestimmt.

2. Das Filterband wird über eine Strecke von 4 Bestaubungsflecken vorwärts transportiert, die Staubsammlung beginnt auf dem Bestaubungsfleck für den der Anfangswert I_0 gerade gemessen wurde. Luft wird durch den Filterfleck für eine zeit von 50 Minuten gepumpt.

3. Während dieser 50 Minuten wird zunächst eine weitere Zählrate (I_1) ebenfalls 4 Minuten gemessen (auf einer neuen Filterbandstelle 4 Bestaubungsflecken zurück). Der Zweck dieser Messung ist eine Qualitätskontrolle der Staubmessung zu ermöglichen und eventuelle Abweichungen in der Messung durch Änderung von externen Parametern wie Temperatur oder relative Feuchte zu erkennen. Eine dritte Zählrate (I_2) wird mit einer automatisch eingefahrenen Referenzfolie an derselben Filterbandstelle von (I_1) während der nächsten 4 Minuten gemessen. Vier Minuten vor dem Ende der Sammelzeit wird eine weitere 4 Minuten Messung gestartet und eine Zählrate (I1') gemessen. Die Sammelzeit (50 Minuten) sollte stets größer als 13 Minuten gewählt werden um einen Abbruch der Autokalibrierung zu vermeiden und die Ermittlung Qualitätskontrollwerte zu ermöglichen.

4. Am Ende der Sammelzeit wird das Filterband 4 Bestaubungsflecke zurück in die Messposition transportiert und die Zählrate für mit dem gesammelten Staub (I_3) wird ermittelt. Schließlich wird mit den gemessenen Werten die Konzentrationsberechnung durchgeführt und der Messzyklus ist beendet.

5. Ein neuer Messzyklus wird gestartet.

3.2.1 Zeitsynchroner Messzyklus

Der zeitsynchrone Messzyklus beginnt stets am Anfang einer vollen Stunde (T = hh:00:00). Die Sammelzeit muss immer kleiner als die Länge des Messzyklus sein. Sie muss mindestens um die Zeit für die Ermittelung der Zählraten und der Filterbandbewegungen verringert werden (ungefähr 9 Minuten). Die Software kontrolliert bei der Eingabe ob die Sammelzeit korrekt gewählt ist.

3.2.2 Normaler Betriebsmodus

Jeder Zyklus im Normalbetrieb besteht aus drei Hauptabschnitten, der automatischen Kalibrierüberprüfung, dem sammeln von Staub und der Ermittlung der Zählraten sowie Berechnung der Messwerte. Das Speichern der gesammelten Daten erfolgt stets unmittelbar nach der Berechnung.

3.2.3 Automatisch Überprüfung der Kalibrierung

Hierzu wird die Betaabsorption an einem unbestaubten Filterfleck mit der Absorption einer eingebauten automatisch einzufahrenden Referenzmembran verglichen. Die Massendichte **m** (mg/cm^2) der Referenzmembran wird während dieses automatischen Prozesses gemessen. Die Aufzeichnung des **m** Wertes erlaubt eine statistische Auswertung der Stabilität des Messsystems und bietet außerdem die Möglichkeit einer Diagnose und/oder Kompensation von die externen Einflüssen, wie z.B. von Temperaturschwankungen. Während der Grundeinstellung und der Kalibrierung des Gerätes in der Fabrik wird der Mittelwert der **m** Werte über mindestens 24 h ermittelt und als “ABS” Wert im Gerät gespeichert. Dieser Wert wird mit den aktuell gemessenen Werten während des automatischen Zyklus verglichen. Die prozentuale Abweichung des gemessenen **m** Wertes von ABS sollte innerhalb einer definierten Spanne liegen (+/-4%). Den ABS Wert für dieses BAM- 1020 Gerät finden Sie in Anhang B.

3.2.4 Sammelperiode

Während der "Sammelperiode" wird die staubbeladene Luft durch einen optionalen Lufteinlass PM_{10} (oder $PM_{2.5}$) gepumpt um Staubpartikel die einen größeren Durchmesser als 10 (oder 2.5) µm haben aus dem Luftstrom zu entfernen. Die Luft geht danach durch das Filterband, wo alle Staubpartikel abgeschieden werden. Das Filterband hat eine Abscheidecharakteristik von 99,9% für Partikel < 0.3 µm, kleinere Partikel werden zwar auch abgeschieden können aber auch den Filter durchdringen. Für eine hinreichend genaue Massenbestimmung spielen diese jedoch keine Rolle. Zum Beginn des Sammelzyklus wird das Filterband zunächst etwa 4 Filterflecken "windows" (ungefähr 50mm) von der Zählposition zur Bestaubungsstelle transportiert. Als nächstes wird die Bestaubungskammer auf das Filterband abgesenkt und die Vakuumpumpe wird abgeschaltet. Am Ende der Sammelperiode wird die Pumpe abgeschaltet, die Bestaubungskammer angehoben und das Filterband in die Zählposition zur Messung zurückgefahren (4 windows).

3.2.5 Ermittelung der Zählraten und Berechnung der Konzentration

Der letzte Abschnitt des Normalbetriebszyklus ist die Ermittlung der Zählrate der Betapartikel durch den bestaubten Filterfleck und dann die Berechnung und Speicherung der Staubkonzentration. Das Filterband wird danach einen Filterfleck vorwärts transportiert (ungefähr 12.5mm) um den nächsten Zyklus zu beginnen. Am Beginn des Messzyklus um Mitternacht (oder kurz danach) wird das Filterband um einen weiteren Filterfleck nach vorne transportiert. Dies erlaubt eine einfache Separation der Messtage.

3.2.6 Datenspeicherung

Die Messdaten die in jedem Messzyklus berechnet werden, werden in einem eingebauten Datenspeicher für den jeweiligen Messtag gespeichert.
Der normale Messbetrieb startet sofort nachdem der Betriebsmode vom Benutzer des Spirant BAM mit ON quittiert wurde. Die Messung läuft so lange bis der Betriebsmode wieder durchsetzen auf OFF ausgeschaltet wird.

3.3 Software Beschreibung – Setup Mode

Der Spirant BAM Monitor hat verschiedene Setup Parameter gespeichert, die für die Berechnungen benötigt werden. Diese beinhalten Datum, Uhrzeit, ABS, BKGD, K, μ_{SW}, Cv, Q_0, und die Sammelzeit t_S. Diese Daten sind in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt und brauchen aus beim Ein und Ausschalten des Messgeräten nicht mehr neu eingegeben werden.

ABS, BKGD, K, μ_{SW}, Cv und Q_0 sind Konstanten die während der Grundeinstellung und Kalibrierung in der Fabrik ermittelt werden. Diese Werte sollten nicht verändert werden ohne sich über die möglichen Auswirkungen auf das Messergebnis Gedanken zu machen. Sollten Sie aus versehen Werte verändert haben finden Sie die zu Ihrem Gerät gehörenden Werte in Anhang B dieser Bedienungsanleitung.
Anmerkung: Bitte Achten Sie darauf, das die Seriennummern im Handbuch und auf Ihrem SPIRANT BAM Gerät übereinstimmen.

Der Messzyklus ist stets zeitsynchron, wobei die Sammelzeit von 1 to 200 Minuten variieren kann. Die nächste Messung beginnt dann jeweils zur nächsten vollen Stunde

3.4 Berechnungen

Das SPIRANT BAM Messgerät benutzt die weiter unten angegeben Konstanten und Eingabewerte um die Staubkonzentration und Ausgabewerte zu berechen. Die Ausgabewerte werden zur Berechnung von Tagesstatistikwerten verwendet. Die vom Hersteller gesetzten Werte sind in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1: Hersteller Grundeinstellungen

Parameter	Hersteller Grundeinstellung
μ_{sw} – Absorptionskoeffizient	0.285 cm^2/mg
K – Regressions- Faktor	0.9 to 1.1
ABS – Mittlere Massendichte der Referenz Massenfolie	0.800 to 0.900 mg/cm^2
BKGD – Nullwert Konzentration	-0.005 to –0.018 mg/m^3
S – Fläche des Bestaubungsflecks (cm^2)	1.0386891 cm^2
C_V – Druck – Durchfluss Proportionalität	1.000 mg/ m^3
Q_0 – Durchfluss offset	0.000 lpm

Das SPIRANT BAM Messgerät misst Intensitäts- Werte für die Betaabsorption zu verschiedenen Zeiten während des Messzyklus. Diese sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Gemessene Betaabsorptions- Intensitäten

Parameter	Beschreibung
I_0	Sauberes Filterband – Position X
I_1	Sauberes Filterband – Position X+4
I_2	Referenz Membran + sauberes Filterband – Position X+4
$I_{1'}$	Sauberes Filterband X+4
I_3	Staubbeladenes Filterband Position X

Die Ausgabewerte die das SPIRANT BAM Gerät jede Stunde berechnet sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: SPIRANT BAM Ausgabewerte

Symbol	Bedeutung
M	Wert der gemessen Referenz Massenfolie – mg/cm^2
C	Konzentration – mg/m^3
Q	Luftdurchflussrate – EPA Standard – Liter/Minute
Q_t	Gesamt Luftdurchfluss – Gemittelte Luftdurchflussrate multipliziert mit der Sammelzeit

4 VORBEREITUNG DER MESSUNG

4.1 Allgemein

Das SPIRANT BAM Gerät ist für einen minimalen Betriebszyklus von einer Stunde ausgelegt und misst den Stundenmittelwert der Umgebungsstaubkonzentration. Aufeinander folgende Stundenmittelwerte können zusammengefasst werden um längere Mittelungsperioden zu erhalten. Zum Beispiel werden 24 Stundenmittelwerte zu einem Tagesmittelwert zusammengefasst, diese Tagesmittelwerte werden für die Messung von PM_{10} nach gegenwärtigen Anforderungen der US-EPA benötigt.

Abbildung 5 zeigt die Frontansicht des SPIRANT BAM Messgerätes.

Abbildung 5: Frontansicht

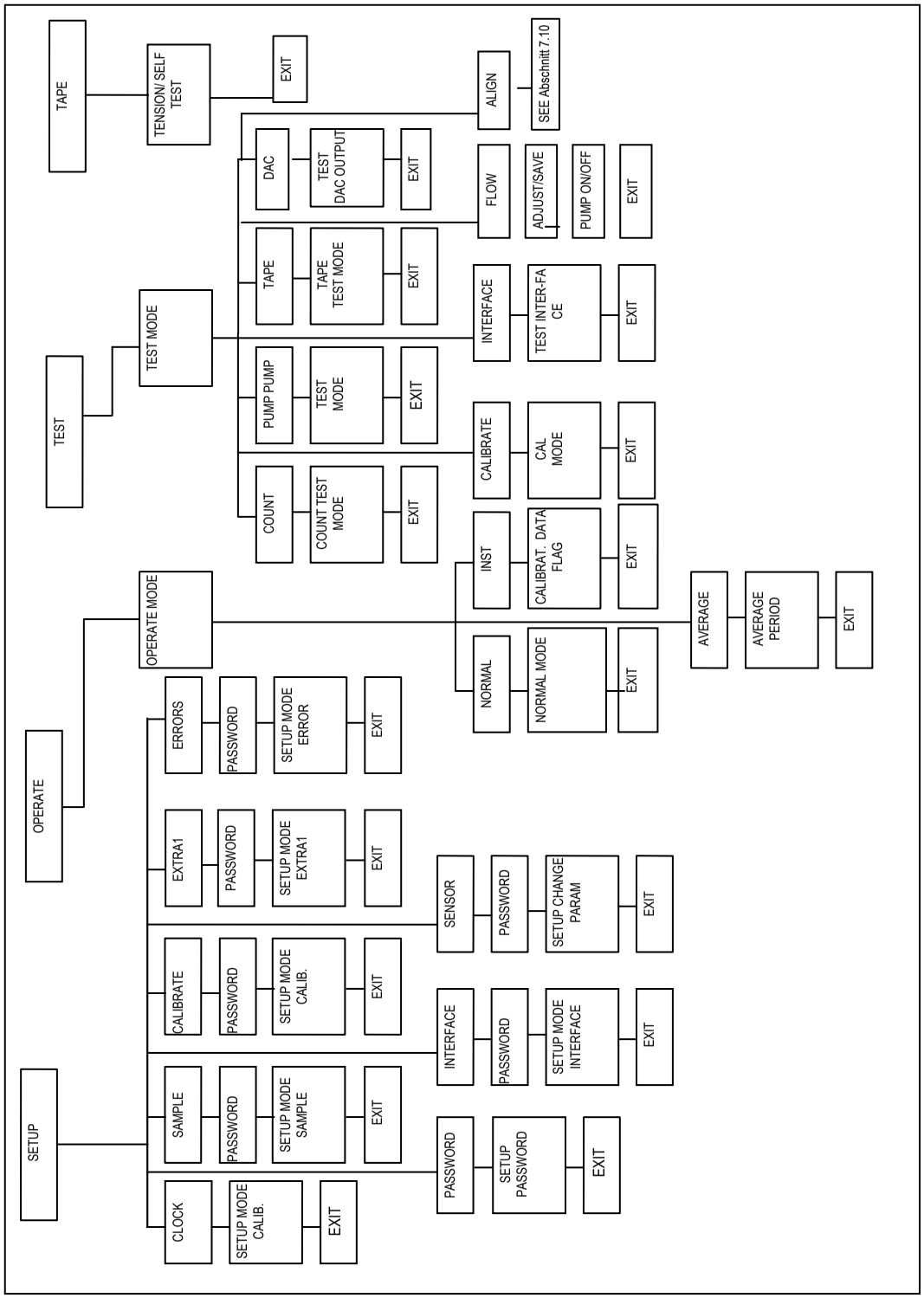
Abbildung 6 zeigt Ruckansicht des SPIRANT BAM

Abbildung 6: Ruckansicht

4.2 Software Menüstruktur

Abbildung 7 zeigt die Menü Hierarchie der Software für das SPIRANT BAM

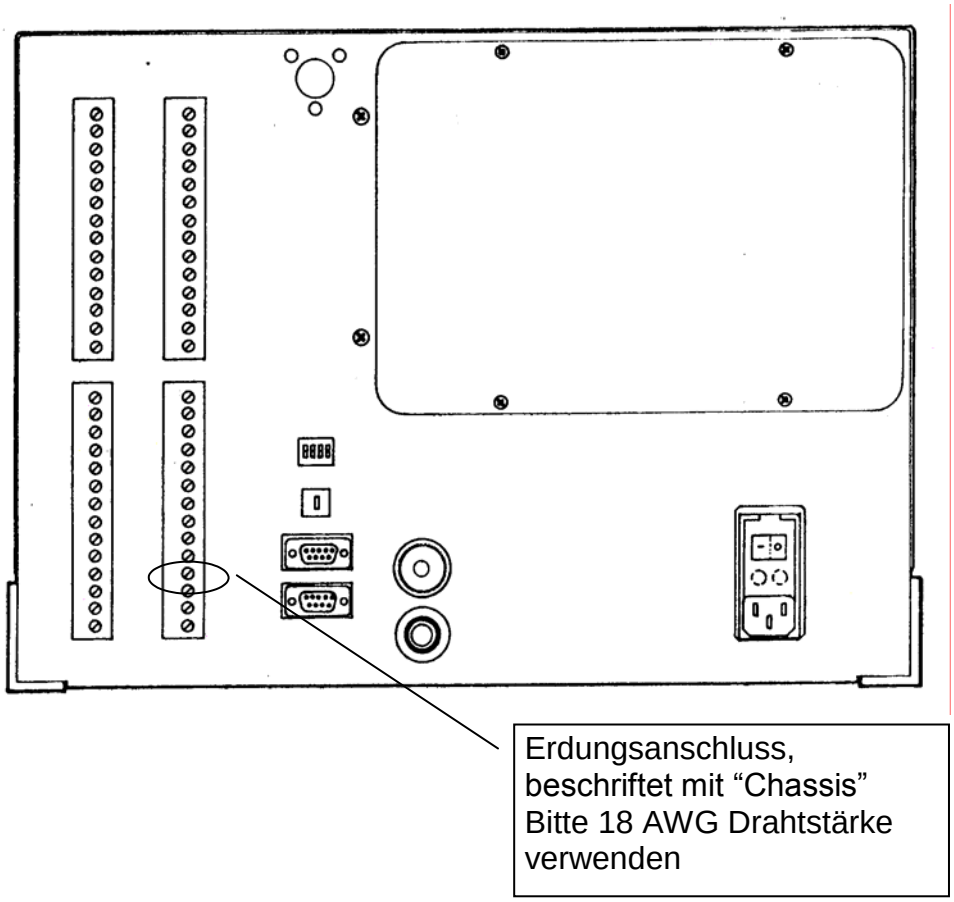
Abbildung 7: Menüstruktur der Gerätesoftware



4.3 Erdung des Instruments

Eine gute Erdung des Gerätes hilft Signal rauschen zu verhindern und ist für eine sichere und einwandfreie Installation notwendig. Zwei Erdungsanschlüsse sind an der Rückseite des SPIRANT BAM Gerätes dafür vorgesehen. Beide Anschlüsse sind mit dem Gehäuse und der Elektronik Erdung verbunden. Eine Kabelstärke von 18 gauge (18 AWG) sollte mindestens verwendet werden um einen der beiden Anschlüsse beschriftet mit “Chassis” mit dem nächsten Erdungspunkt zu verbinden. Die Erdung sollte so nahe wie möglich am Gerät erfolgen und allen elektrischen Sicherheitsanforderungen genügen. Eine geeignete Klemmverbindung an Erdungsstangen oder Metallrohren von Wasserleitungen sind mögliche Beispiele. Bitte Beachten Sie die gültigen Regeln für die elektrischen Anschlüsse und verwenden Sie einen zugelassenen Elektriker für die Verkabelung und Erdanschlüsse.

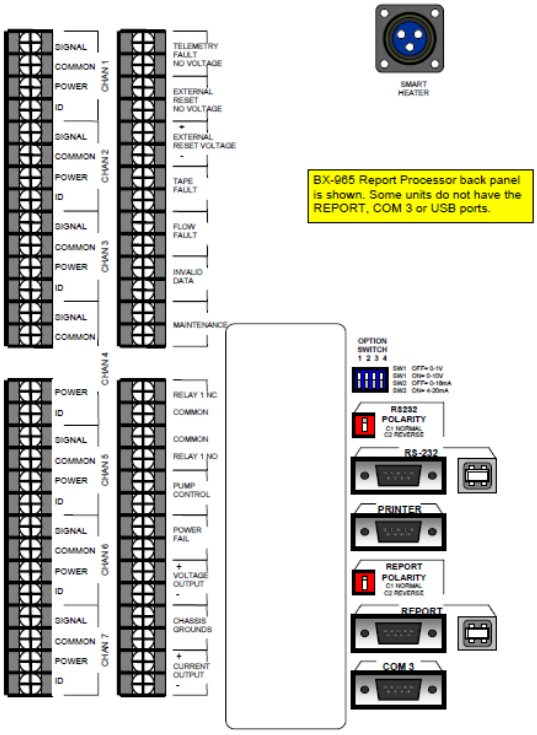
ABBILDUNG 8: SPIRANT BAM ERDUNGSANSCHLÜSSE



4.4 Anschliisse zum SPIRANT BAM

Siehe auch Abbildung 9 fOr die AnschiOsse und Abschnitt 8 fOr Details der Steuersignale.

Abbildung 9: SPIRANT BAM
Externe Anschiüsse



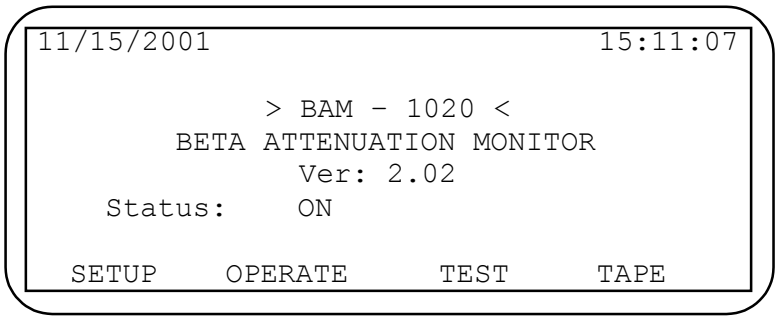
SPIRANT BAM Rear Panel Connections

4.5 Netz einschalten und Aufwärmphase

Der SPIRANT BAM Netzschalter ist auf der Rückseite des Gerätes angebracht wie in Abbildung 6 gezeigt. Schalten Sie das SPIRANT BAM Gerät nicht ein bevor Sie sichergestellt haben dass das Gerät ordnungsgemäß installiert ist und alle elektrischen und pneumatischen Anschlüsse richtig angeschlossen sind. Bitte folgen Sie den Hinweisen in Abschnitt 2 für mehr Details.

Nach dem Einschalten des SPIRANT BAM erscheint das Benutzer Display gezeigt in Abbildung
10. ***Das Messgerät muss mindestens eine Stunde eingeschaltet sein bevor Sie mit der Messung beginnen.***

Abbildung 10: Benutzer Display



4.6 Netzspannung

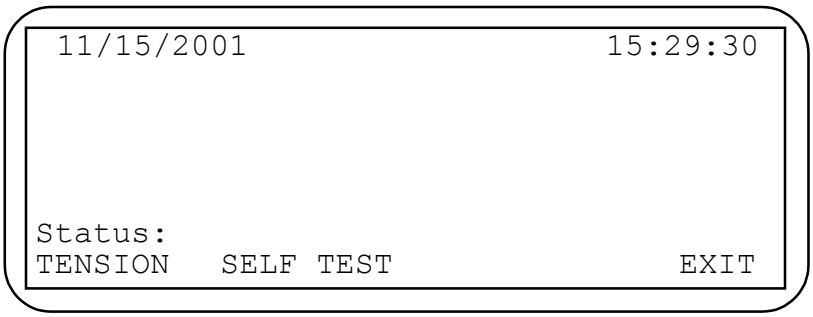
Bevor Sie das SPIRANT BAM Gerät an das Netz anschließen vergewissern Sie sich bitte das die Netzspannung und Netzfrequenz mit den am Gerät eingestellten Werten übereinstimmen. Sollten sie nicht übereinstimmen kontaktieren Sie bitte unsere Ecotech Service Abteilung. Der Netzschalter ist auf der Rückseite des Gerätes angebracht wie in Abbildung 6 gezeigt. Nachdem Sie das Netzanschlusskabel mit der geeigneten Netzsteckdose verbunden haben schalten Sie das Gerät ein. Die Geräteanzeige auf der Frontplatte wird aufleuchten. Die Netzspannungs- und Frequenzeinstellungen für die das SPIRANT BAM konfiguriert ist finden Sie auf der Geräterückseite. Länderspezifische Netzanschlussstecker werden mit jedem SPIRANT BAM geliefert.

4.7 Das Einlegen des Filterbandes

Das Filterband ist das einzige Verbrauchsmaterial für das SPIRANT BAM. Eine Rolle sollte für etwas mehr als 2 Monate im Normalbetrieb ausreichen. Das Filterband muss eingelegt sein bevor das Gerät betriebsbereit ist. Ein guter Zeitpunkt für das Einlegen des Filterbandes ist die Aufwärmperiode. Um das Filterband korrekt einzulegen ist es notwendig dass das Gerät eingeschaltet ist.

Um das Filterband zu laden gehen Sie zum Menüpunkt „Tape“ indem Sie die Funktionstaste beschriftet mit „Tape“ drücken. Das Filterband Menü ist in Abbildung 11 gezeigt.

Abbildung 11: Filterband Menü



Gehen Sie folgendermaßen vor um das Filterband zu laden.

A. Vom Hauptmenü, drücken Sie <TAPE> und dann <TENSION> um sicherzustellen die Bestaubungskammer (nozzle) ist geöffnet in der “UP” Position.

B. Entfernen Sie die beiden durchsichtigen Spulenabdeckungen indem sie die beiden Halteschrauben lösen.

C. Eine leere Spulenkern muss auf der Aufwickelseite installiert sein um zu vermeiden dass die Kanten des Bandes zerstört werden.

D. Heben Sie die beiden Gummitransportrollen von der Transportwalze und befestigen sie den Arm mit dem Sicherungshebel in der “UP” Position.

   ANMERKUNG: Lassen Sie spezielle Sorgfalt walten wenn sie ein neues Filterband handhaben. Saubere fusselfreie Handschuhe sollten getragen werden um eine Verunreinigung des Filterbandmaterials zu vermeiden. Vorsichtiges handhaben während des Ladens hilft ein durchreißen des Filterbandes zu vermeiden.

E. Stecken Sie die frische Filterbandrolle auf die Vorratsrolle (rechts), wobei die Abwickelrichtung im Uhrzeigersinn und das Ende des Bandes nach oben zeigen soll.

F. Führen Sie das Band im Uhrzeigersinn um die Vorratsspannrolle und dann gegen den Uhrzeigersinn um die rechte Transportrolle.

G. Fädeln Sie das Filterband durch die Sammel/Mess Zone.

H. Führen Sie das Filterband gegen den Uhrzeigersinn um die linke Transportrolle.

I. Legen Sie es im Uhrzeigersinn um die Aufwickelspannrolle.

J. Legen Sie das Ende des Filterbandes so dass es die Aufwickelrolle entgegen dem Uhrzeigersinn trifft. Befestigen Sie das Ende des Filterbandes mit einem beliebigen Stück Klebeband auf der leeren Spulenrolle.

K. Wickeln Sie das Filterband vorsichtig mit Aufwickelrolle auf bis sich das Filterband gleichmäßig um Rollen spannt und nicht mehr lose durchhängt.

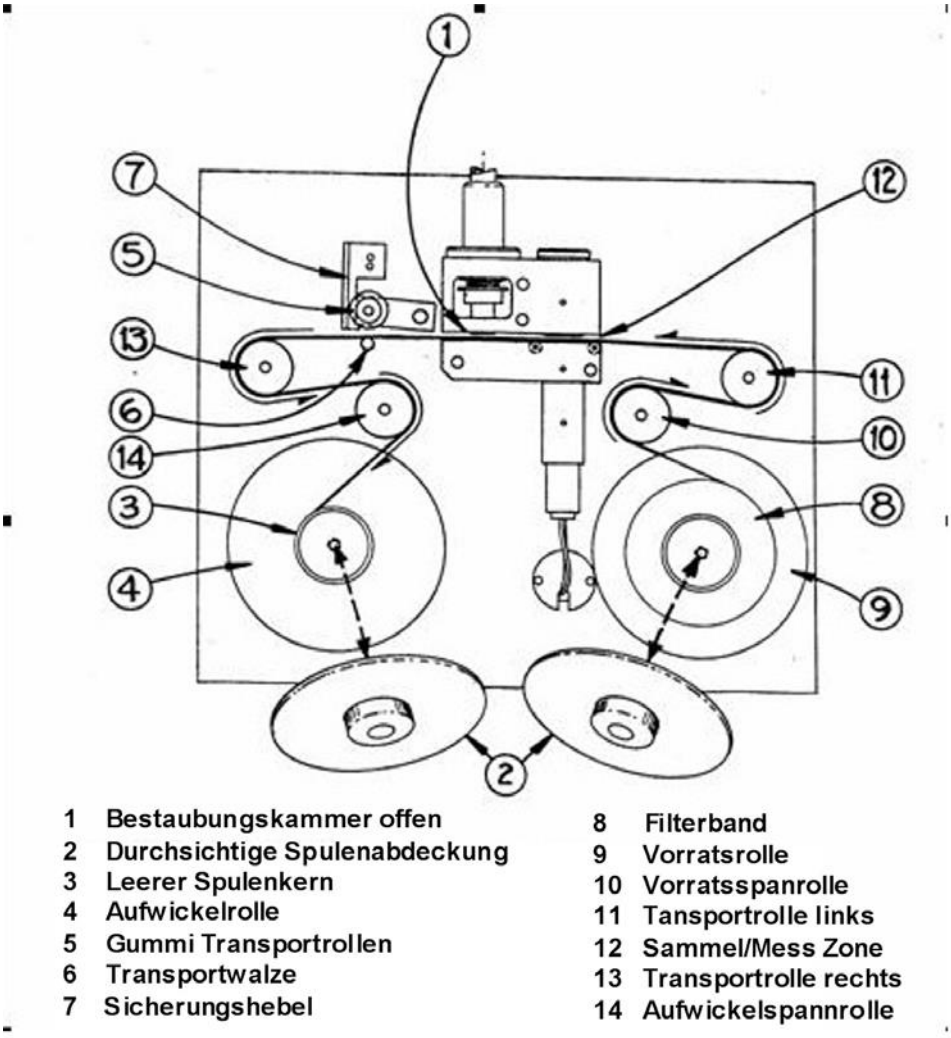
L. Installieren Sie die beiden Rollenhalter. Der Anpressdruck der Halter verhindert ein durchrutschen der Spulenkörper.

M. Lassen Sie die Gummitransportrollen vorsichtig auf das Filterband herab indem Sie den Sicherungshebel lösen und das Ende des Hebelarms unterstützen damit er nicht herunterfällt.

N. Spannen Sie das Filterband durch drücken der Taste <TAPE> und dann <TENSION>, nachdem das Filterband gespannt ist drücken Sie <EXIT>.

Das Einlegen des Filterbandes für das SPIRANT BAM ist auch in Abbildung 12 gezeigt.

Abbildung 12: Einlegen des Filterbandes

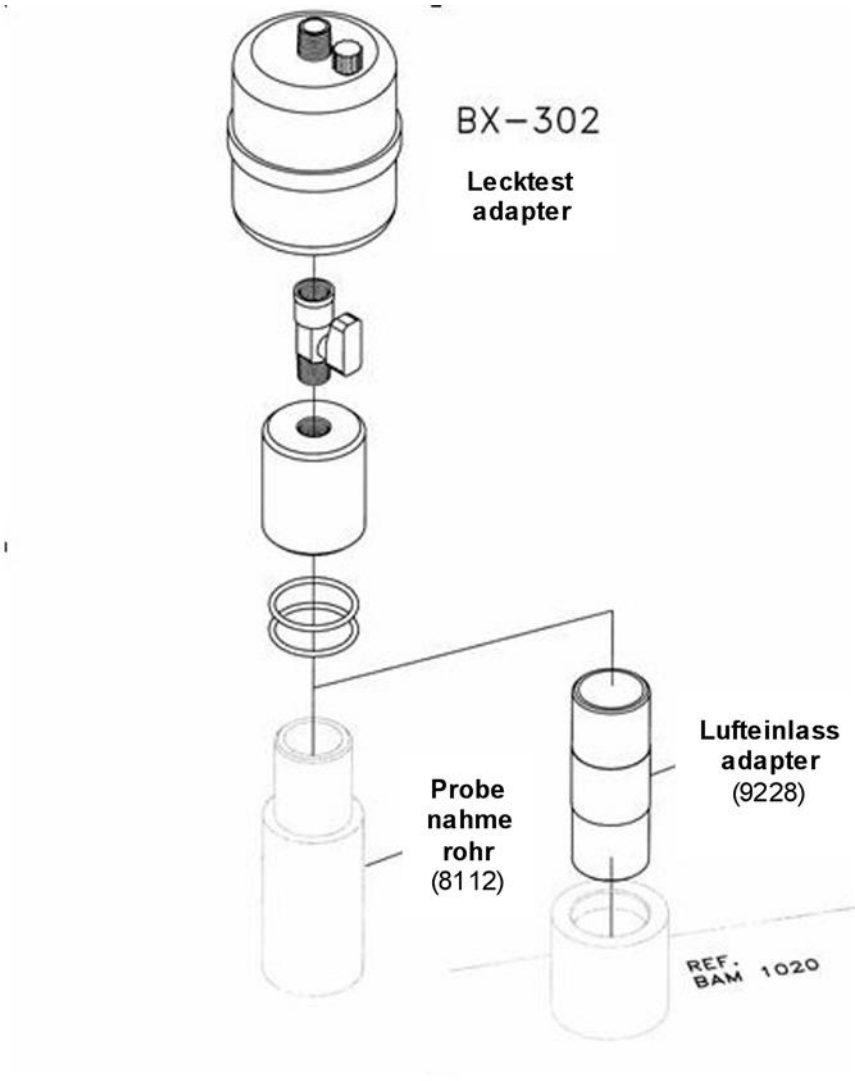


4.8 Dichtheitsprüfung

Benötigte Werkzeuge: ZMM-BX305 oder ZMM-BX302
Silikonfett

Schritt 1. Wenn das SPIRANT BAM in einem Container installiert ist nehmen Sie den PM10 Lufteinlass (wenn installiert auch den PM2.5 Einlass) ab. Wenn das Gerät nicht eingebaut ist installieren Sie den Lufteinlassadapter (9228) des ZMM-BX305/302 Testkits direkt in den Lufteinlass des SPIRANT BAM. Siehe Abbildung 13:
(Anmerkung: Wenn Sie einen ZMM-BX305 Kit haben dann haben Sie keinen Nullfilter)

ABBILDUNG 13: ZMM-BX302/305 INSTALLATION



Schritt 2. Setzen Sie den Lecktestadapter auf den SPIRANT BAM Lufteinlass. Drücken Sie den Adapter fest in den Lufteinlass bis beide O-Ringe den Adapter vollständig abdichten. Dieser Schritt kann mit einer kleinen Menge Silikonfett auf dem Adapter verbessert werden. Stellen Sie das Ventil in die geschlossen „off“ Position. Der Hebel ist dann im 90 Grad Winkel zum Probenahmerohr.

Schritt 3. Falls das Gerät ausgeschalten ist, schalten Sie es jetzt an.

Schritt 4. Im Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie TAPE und transportieren Sie das Filterband 1 Filterfleck „window“ vorwärts.

Schritt 4. Vom Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und schalten sie die Pumpe an, indem Sie auf die Taste „on“ drücken.

Schritt 5. Der angezeigte Luftdurchflussrate sollte kleiner als 1.5 LPM sein. Wenn die Rate größer als 1.5 LPM sehen Sie in der Fehlersuchanleitung nach. Anmerkung: Der Grund dass hier immer noch eine Luftdurchflussrate von 1.5 LPM erlaubt ist liegt an der Dichtung der Bestaubungskammer zum Filterband. Unter diesen Testbedingungen ist die Druckdifferenz in der Größenordnung von 21 inHg (710mbar). Die ist fast eine Größenordnung mehr als das BAM-1020 Gerät während der Staubsammelphase sieht. Wenn die

Luftdurchflussrate kleiner als 1.5 LPM ist, dann ist kein Leck im Normal-betrieb zu erwarten.

Schritt 6. Entfernen Sie den Lecktestadapter und setzen Sie den PM10/PM2.5 Lufteinlass wieder auf.

Fehlersuchanleitung

Schritt 1. Testen Sie den Nullpunkt des Durchflussmessgerätes.

a. Entfernen Sie den Pumpschlauch aus der Schnellkupplung in der Rückseite des Gerätes.
b. Vom Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und schalten die Pumpe durch drücken der Taste „on“ an.
c. Die angezeigte Durchflussrate sollte kleiner als 0.2 LPM sein. Falls die Durchflussrate größer als dieser Wert ist führen Sie eine Überprüfung des Flowsystems durch. Siehe hierzu Seiten 56-57 dieses Handbuchs.
d. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

Schritt 2. Testen Sie alle Vakuumverbindungen vom Lecktestadapter bis zur Pumpe.

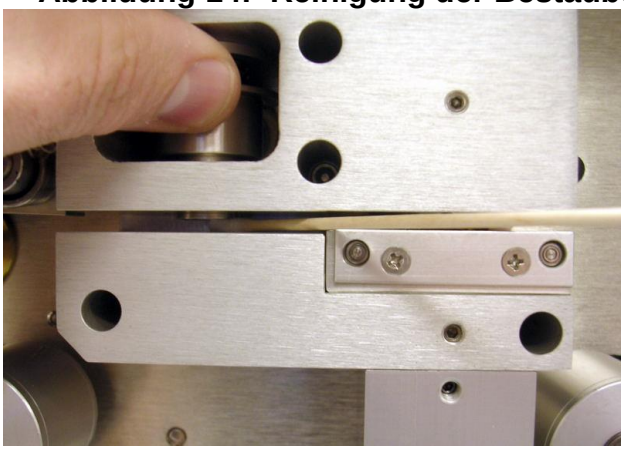
a. Entfernen Sie den Lecktestadapter und sehen Sie ob Sie ein Leck oder lockere Verbindungen erkennen können. Ersetzen Sie lockere Steckverbinder und defekte O-Ringe.
b. Entfernen Sie die Probenahmeleitung vom SPIRANT BAM. Sehen Sie ob Sie ein Leck erkennen können oder ob sie lose Verbindungen finden. Ersetzen Sie diese wenn möglich. Testen sie die beiden O-Ringe im SPIRANT BAM
Anschlußstutzen auf Abrieb oder Risse.
c. Öffnen Sie die Geräte Fronttür des SPIRANT BAM. Heben Sie mit dem Finger die Bestaubungskammer an und lassen Sie diese langsam zurück auf das Filterband sinken. Die Bestaubungskammer sollte frei beweglich in der Auf und Abbewegung sein. Wenn die Bestaubungskammer klemmt kontaktieren Sie unseren Service und verlangen Sie einen ZMM-BX803 kit.
d. Entfernen Sie den Pumpschlauch von der Rückseite des Gerätes und untersuchen Sie Ihn auf Risse oder lockere Verbindungen. Wenn der Schlauch einen Riss aufweist schneiden Sie den Schlauch so dass sie das fehlerhafte Stück entfernen können und verbinden Sie den Schlauch wieder mit der Geräterückseite des SPIRANT BAM.
e. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

Schritt 3. Reinigen der Bestaubungskammer.

a. Benötigte Werkzeuge – Wattestäbchen und Isopropylalkohol.
b. Entfernen Sie das Filterband aus dem SPIRANT BAM siehe Abschnitt 4.7 dieses Handbuchs.
c. Senken Sie die Bestaubungskammer ab.
    a. Im SPIRANT BAM Hauptmenü drücken Sie TEST. Im TEST Menü wählen Sie PUMP und dann „Move nozzle“ bis der Status abgesenkt anzeigt.
d. Heben Sie die Bestaubungskammer mit dem Finger entgegen der Federspannung am oberen Ring der Kammer. Legen Sie das Wattestäbchen getränkt mit Isopropylalkohol unter die Bestaubungskammer und senken Sie diese auf das Wattestäbchen. Drehen Sie die gesamte Bestaubungskammer. Acht bis Zehn Umdrehungen sollten genügen um die Dichtfläche der

Bestaubungskammer zu reinigen. Die Filterbandstützstruktur (dies ist das Drahtkreuz das unter dem Filterband sitzt, wenn die Bestaubungskammer abgesenkt ist) muss ebenfalls gereinigt werden. Im TEST PUMP Menü heben Sie die Bestaubungskammer an. Das Stützgitter kann inspiziert werden indem Sie die Probenahmerohrleitung entfernen und sie dann durch die Einlassöffnung nach unten blicken, während sie mit einer Taschenlampe die Bestaubungskammer/Stützgitter Gegend beleuchten. Benutzen Sie ein spitzes Werkzeug (Zahnarzt Sonde etc.) um vorsichtig sich angesammeltes Filtermaterial von dem Stützgitter und der Absaugöffnung zu entfernen. Siehe ABBILDUNG 14:

Abbildung 14: Reinigung der Bestaubungskammer

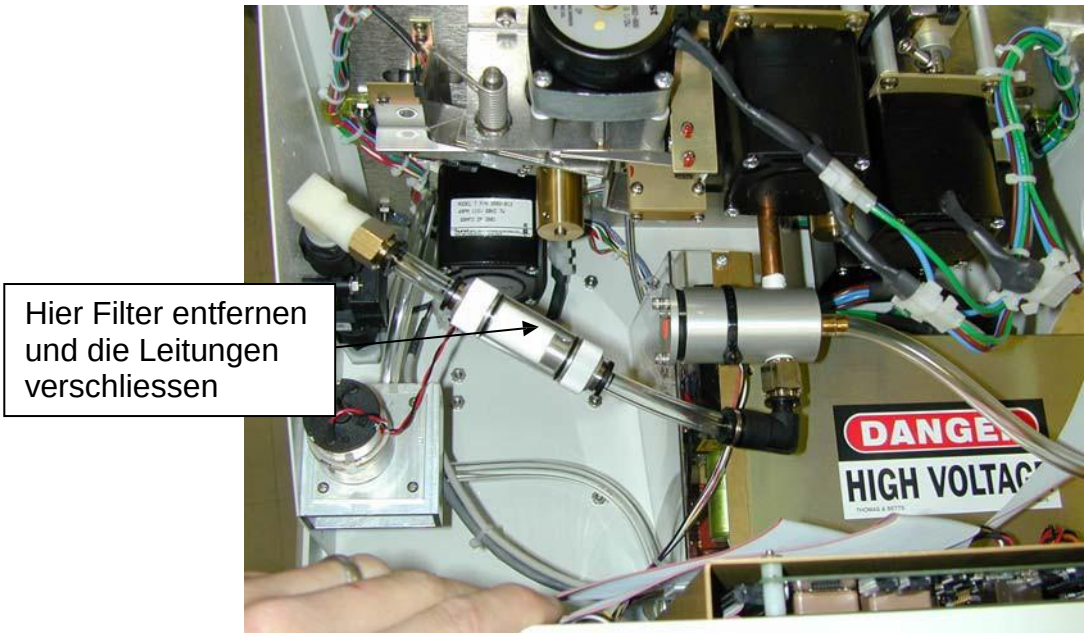


e. Wiederholen die die Dichtheitsprüfung.

Schritt 4. Interne Vakuumleitungen

a. Benötigte Werkzeuge – Schraubenziehersatz, Zangen und einen einstellbaren Gabelschlüssel.
b. Entfernen Sie das Probenahmerohr vom SPIRANT BAM.
c. Verschließen Sie die Einlassöffnung und testen die Leckrate. Wenn Sie nun die Dichtheitsprüfung bestehen ist ein Leck im Probenahmerohrsystem.
d. Entfernen Sie die Gehäuseabdeckung vom SPIRANT BAM indem Sie die 10 Kreuzschlitzschrauben vorsichtig entfernen.
e. Lösen Sie die Schlauchverbindung am Grobstaubfilter und verschießen Sie die offenen Schlauchenden. (siehe Abbildung 15). Testen Sie erneut die Leckrate. Wenn das Gerät nun den Test besteht ist ein Leck in der Bestaubungskammer Baugruppe. Testen Sie alle Schlauchverbindungen vom Grobstaubfilter bis zum SPIRANT BAM Lufteinlass. Ersetzen Sie Verbindungselemente falls nötig. Anmerkung: Abbildung 15 zeigt ein Gerät mit Filtertemperatur und Feuchte (RH) Option (ZMM-BX962).

ABBILDUNG 15 ÜBERPRÜFUNG DER INTERNEN VAKUUMLEITUNGEN

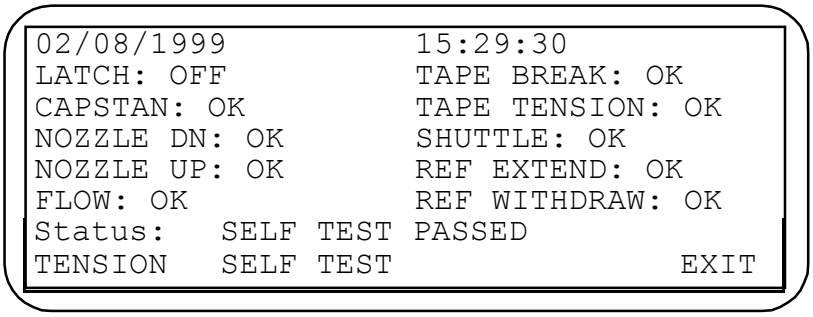


Wenn die undichte Stelle unterhalb des Grobstaubfilters ist, dann hat das Durchflussmessgerät ein Leck oder ist Fehlerhaft. Tauschen Sie das Durchflussmessgerät aus. (MOI Teilenummer 970608).

4.9 Selbsttest

Die SPIRANT BAM Geräte haben eine eingebaute Selbsttest Funktion. Drücken Sie die TAPE Taste und dann die SELF TEST taste. Das Selbsttest Menü ist in Abbildung 16 gezeigt.

Abbildung 16: Selbsttest Menü


02/08/1999 15:29:30
LATCH: OFF TAPE BREAK: OK
CAPSTAN: OK TAPE TENSION: OK
NOZZLE DN: OK SHUTTLE: OK
NOZZLE UP: OK REF EXTEND: OK
FLOW: OK REF WITHDRAW: OK
Status: SELF TEST PASSED
TENSION SELF TEST EXIT

Wenn Sie die Taste SELF TEST drücken wird das Gerät automatisch eine Reihe von internen Tests durchführen und der Reihenfolge nach die Testergebnisse anzeigen. Wenn der entsprechende Test erfolgreich absolviert wurde wird der Benutzter das Wort “OK” angezeigt sehen, oder falls das Gerät nicht richtig funktioniert, wird das Wort “FAIL” angezeigt. Der Vorteil des großen Bildschirms ist dass es nicht notwendig ist die einzelnen Tests mit zu beobachten, weil alle Testergebnisse nach Beendigung der Testreihe auf dem Bildschirm zu sehen bleiben. Der Selbsttest dauert ca. 4 Minuten. Die Ergebnisse eines erfolgreich absolvierten Selbsttests sehen Sie in Abbildung 16 dargestellt.

Beschreibung der einzelnen Testfunktionen;

LATCH

Testet die Position des Sicherungshebels der Andruckrollen, Wenn LATCH “OFF” anzeigt, dann sind die Andruckrollen auf dem Filterband abgesenkt und die Transportwalze kann das Filterband ordnungsgemäß transportieren. Wenn LATCH ON anzeigt sind die Andruckrollen nicht in Arbeitsposition und das Filterband kann nicht richtig transportiert werden. Wenn LATCH den Wert “ON” im Normalbetrieb anzeigt werden Sie die in Abbildung 12 gezeigte Position der Andruckrollen sehen. Siehe Abbildung 12 Nummer 1.

CAPSTAN

Die Funktion der Transportwalze wird durch ein hin und her bewegen des Filterbandes getestet. Dieser Test stellt auch die Funktion der Photosensoren zur Filterbandbewegung sicher. Siehe auch Abbildung 12 Nummer 6.

NOZZLE DN (DOWN)

Testet die Funktion des Schließens der Bestaubungskammer und stellt außerdem fest ob der Photosensor ‘Bestaubungskammer unten’ richtig funktioniert.

NOZZLE UP

Testet die Funktion des Öffnens der Bestaubungskammer und stellt außerdem fest ob der Photosensor ‘Bestaubungskammer oben’ richtig funktioniert.

FLOW

Die Pumpe wird eingeschaltet und der Volumenstrom wird gemessen um festzustellen ob das Gerät in der Lage ist im Betriebsbereich von 10-20 LPM Luftdurchfluss zu arbeiten.

TAPE BREAK

Entdeckt ob das Filterband gerissen ist, indem es die Funktion der Filterbandzufuhr und Aufwickelmotoren testet und die zugehörigen Photosensoren prüft. Die Motoren werden so betrieben, dass das Filterband entspannt und wieder gespannt wird, damit wird ein Signal der Photosensoren erzeugt.

TAPE TENSION

Testet die Position der Spannrollen und der zugehörigen Photosensoren.

SHUTTLE

Testet ob das Filterband korrekt von der Sammelposition in die Messposition mit Hilfe der Photosensorsignale transportiert werden kann.

REF (REFERENCE) EXTEND

Stellt sicher dass die Referenzmembran ordnungsgemäß ausgefahren werden kann.

REF (REFERENCE) WITHDRAW

Stellt sicher dass die Referenzmembran ordnungsgemäß eingefahren werden kann.

4.10 Start des Messzyklus

1. Stellen Sie sicher das das Gerät eingeschaltet ist, das Filterband korrekt eingelegt ist, das Probenahmerohr richtig angeschlossen ist und das alle Einstellparameter korrekt eingestellt sind.
2. Die Sammelzeit sollte auf das gewünschte Intervall eingestellt sein. Die Werkseinstellung beträgt 50 Minuten. Vergleiche auch Abschnitt 0.
3. Stellen Sie das Datum und die Uhrzeit auf Ihre Zeitzone ein. Siehe Abschnitt 0.
4. Drücken Sie die OPERATE Taste im Hauptbildschirm um in das OPERATE Menü zu gelangen (Siehe auch Abbildung 33).
5. Überprüfen Sie das Operation Mode = “ON” angezeigt wird. Die Voreinstellung beim einschalten des Gerätes ist “ON”. (Drücken sie die “UP” Zeiger Taste um den Betriebsmode auf “ON” zu schalten.)
6. Wenn gewünscht können Sie in den “Normal Mode” Bildschirm wechseln indem Sie die Taste NORMAL drücken. Dies ist zwar nicht erforderlich, aber erlaubt dem Benutzer den automatischen Messablauf zu beobachten.
7. Wenn Sie die Einstellung beendet haben drücken Sie die EXIT Taste.

ANMERKUNG: Wenn Sie den DOWN Zeiger drücken wechselt der Betriebsmode auf “OFF” und stoppt den normalen Messzyklus.

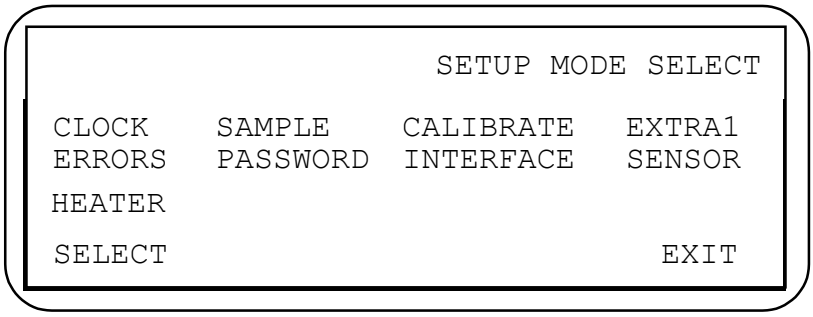
4.11 Auswahl der Einstellparameter

Das SPIRANT BAM Gerät benutzt verschiedene Einstellparameter um die gewünschten Berechnungen und Speicherintervalle zu definieren. Ein spezieller Speicherplatz ist für diese Werte vorgesehen. Werden diese Werte erst einmal gespeichert dann brauchen sie nicht wieder neu eingegeben werden auch wenn das Gerät ausgeschaltet wird.

Das Setup Menü bietet eine Auswahl von Einstellmöglichkeiten. Benutzen Sie die Up/Down/Right/Left Pfeiltasten um zum gewünschten Untermenü zu gelangen. Drücken Sie die SELECT Taste um Ihre Auswahl zu bestätigen. Das Setup Menü ist in Abbildung 17 gezeigt.

WARNUNG: Setup Einstellungen können nicht ohne Unterbrechung der Messung aufgerufen werden. Wenn das Gerät im Normalbetrieb ist dann führt ein Aufruf des SETUP Menüs zu einem Abbruch der aktuell laufenden Messung. Um Datenverluste zu vermeiden sollten Sie warten bis die laufende Messung beendet, die Pumpe abgeschaltet und die neue Staubkonzentration angezeigt wurde.

Abbildung 17: Setup Bildschirm



ANMERKUNG: Das aktuelle Setup Menü zeigt nicht immer alle Felder an dies ist völlig normal.

Die verschiedenen Auswahlmöglichkeiten des Menüs sind in Tabelle 4 mit Funktionsbeschreibungen aufgelistet.

Tabelle 4: Einstelluntermenüs

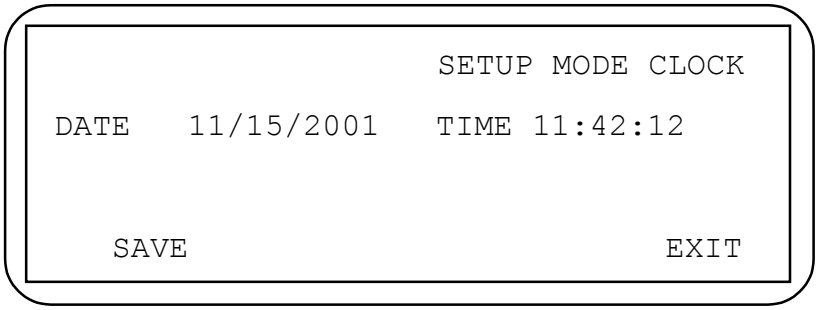
Selektion	Funktion
CLOCK	Datum und Uhrzeit einstellen
SAMPLE	Messbereich, Sammel Zeit und RS-232 Kommunikation
CALIBRATE	Werkskalibrierungs Werte
EXTRA1	Spezial Eingabe für die Fehler Parameter (e1-e4)
ERRORS	Erlaubt oder verbietet analog Fehlerausgabe und setzt Werte für Fehlergrenzen
PASSWORD	Änderung des Kennwortes
INTERFACE	Ein/Ausgabe Einstellungen für Alarm- and Status-Signale
SENSOR	Einstellwerte wenn das SPIRANT BAM mit meteorologischen Sensoren benutzt wird
HEATER	Einstellung von RH und Delta T für die Probenahmeheizung. Anmerkung: Diese Auswahl ist nicht aktiv bevor der HEATER CONTROL Parameter auf AUTO gesetzt wird. Siehe Kalibriereinstellungen Abschnitt 4.14.

Einige der Einstelluntermenüs beziehen sich auf die Grundkalibrierung des Gerätes. ***Versuchen Sie nicht diese Werte zu verändern.*** Sollten Sie versehentlich Werte verändert haben finden Sie in Anhang B die Werkseinstellungen für Ihr Gerät.

4.12 Clock Bildschirm zum Einstellen der Uhrzeit

Der CLOCK Bildschirm erlaubt die Einstellung des Datums und der Uhrzeit. Die Uhrzeit wird ausschließlich im 24h mode angezeigt. Nachdem Sie die Zeit und das Datum eingegeben haben drücken Sie die Taste SAVE und dann EXIT. Der CLOCK Bildschirm ist in Abbildung 18 gezeigt.

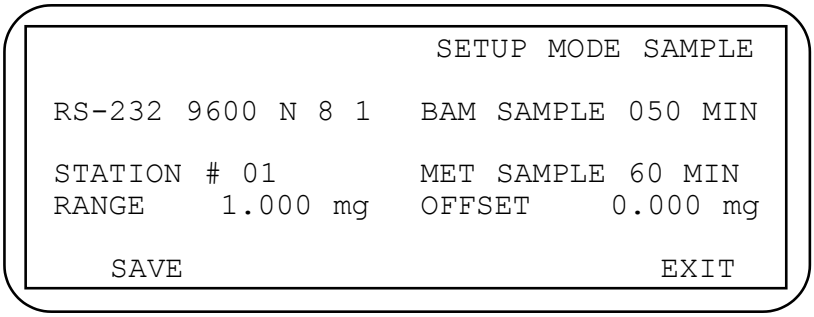
Abbildung 18: CLOCK Bildschirm



4.13 SAMPLE Bildschirm zur Eingabe der Sammelzeiten

Benutzen Sie den SAMPLE Bildschirm um die SPIRANT BAM Sammelzeiten einzustellen. Der
SAMPLE Bildschirm ist in Abbildung 19 gezeigt.

Abbildung 19: SAMPLE Bildschirm



RS-232

Einstellung der RS-232 Datenübertragungsrate. Zulässige Werte sind: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600. Sie können nur einen dieser Werte auswählen. Weitere RS-232 Übertragungsparameter: No Parity, 8 data bits, 1 stop bit.

BAM SAMPLE

Setzt die Zeit während der die Pumpe angeschaltet ist, dies ist die aktuelle Sammelzeit. SAMPLE sollte auf 50 Minuten gesetzt werden wenn Stunden messwerte aufgezeichnet werden sollen. Anmerkung: Die restlichen 10 Minuten werden benötigt um die Zählraten zu ermitteln und das Filterband hin und her zu transportieren. Der SPIRANT BAM SAMPLE Parameter hat einen Einstellbereich von 0 bis 200 Minuten. Wenn das SPIRANT BAM für eine kürzere Sammelperiode, wie zum Beispiel 15 Minuten eingestellt ist, dann beendet das Gerät die Sammlung und wartet bis zum Ende der vollen Stunde bevor es einen neuen Messzyklus beginnt.

STATION #

Dies ist eine Geräteidentifikationsnummer. Diese Nummer kann von 00 bis 99 eingestellt werden. Diese Nummer wird auf allen Ausdrucken mit verwendet. Wenn mehrere SPIRANT BAM Geräte in einem Netzwerk betrieben werden sollte jedem Gerät eine eigene Nummer gegeben werden um die Datenzuordnung zu erleichtern.

MET SAMPLE

Diese Zeit setzt das Intervall in dem die Messdaten im Gerät gespeichert werden. Diese Art der Speicherung erlaubt auch zusätzliche Messungen (Wetter Sensoren etc.) zu speichern. Benutzen die die “up” und “down” Pfeiltasten um das Datenspeicherintervall zu verändern. Die möglichen Werte sind 1,5,15, 60 Minuten. Wenn zusätzliche Messsignale nicht angeschlossen sind lassen sie die MET SAMPLE Zeit bei 60 Minuten.

RANGE

Setzt den Messbereich des Analogausgangs. Die einstellbaren Werte für den maximalen Ausschlag Analogausgangs sind (0.1 mg, 0.2 mg, 0.25 mg, 0.5 mg, 1.0 mg, 2.0 mg, 5.0 mg, 10.0 mg)

OFFSET

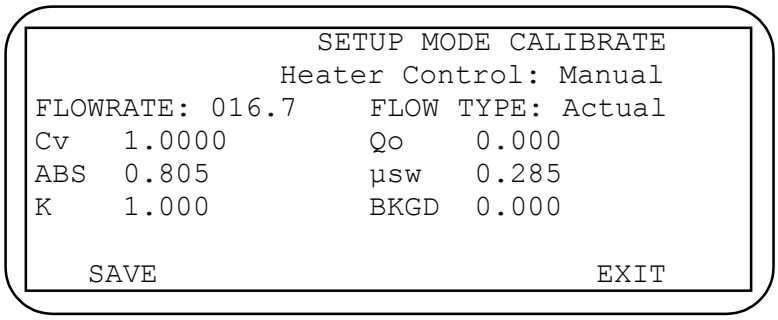
Die ‘OFFSET” Funktion wird benutzt um den Nullpunkt des Analogsignals zu verschieben/einzustellen. Typische ist ein –0.005mg/m^3 “OFFSET” (entspricht einer Ausgabespannung von –0.005VDC). Diese Einstellung produziert einen Messbereich von –0.005vdc to 0.995vdc was einer Staubkonzentration von 0 bis 1000mg/m^3 entsprechen würde. Diese Verschiebung des Analogsignals ermöglicht nun der Ausgabe 1.000VDC eine eindeutige Alarmfunktion zuzuordnen, da die Messdaten nur bis maximal 0.995VDC reichen. Die Werkseinstellung ist –0.005mg/m^3**.**

4.14 CALIBRATE Bildschirm zur Eingabe der Kalibrierwerte

Der CALIBRATE Bildschirm ermöglicht dem Benutzer die Kalibriereinstellungen des BAM-1020 Gerätes zu verändern. Sie sollten diese Werte nicht ohne detaillierte Information von Ecotech verändern. Zum Beispiel würde eine Einstellinformation einem Austauschdetektor beiliegen und Sie hätten dann diesen Bildschirm zu benutzen.

Der CALIBRATE Bildschirm ist in Abbildung 20 gezeigt.

Abbildung 20: CALIBRATE Bildschirm



VORSICHT! Verändern Sie keinen der Kalibrierwerte, wie ABS, BKGD, K, oder µsw. Diese Werte sind mit einem ***** gekennzeichnet. Falls diese versehentlich geändert wurden finden Sie in Anhang B die Werkseinstellungen für Ihr Gerät. Anmerkung: Cv und Qo können bei einer Kalibrierung des Luftdurchsatzes verändert werden. Siehe Abschnitt 6.

Cv *

Definiert die Luftdurchsatzkonstante (Steigung) und wird im Zusammenhang mit den Funktionsprüfungen in Abschnitt 6.3 benötigt um den Volumenstrom zu kalibrieren. Der Wertebereich der Cv Konstante ist von 0.0001 bis 9.9999.

Qo *

Definiert die Nullpunktsverschiebung des Luftdurchsatzes und wird ebenfalls bei den Funktionsprüfungen in Abschnitt 6.3 benötigt um den Volumenstromnullpunkt zu kalibrieren. Der Wertebereich von Qo reicht von -9.999 bis +9.999.

Heater Control – zwei Einstellungen sind hier möglich:

„**Manual**“ – Wenn die ZMM-BX825 oder ZMM-BX826 (Gewickelte Probenahmeheizung) Option gekauft wurde und wenn die Smart Heater (ZMM-BX827 oder ZMM-BX830) Probenahmeheizung ständig angeschaltet bleiben.

„**Automatic**“ – wenn die ZMM-BX827 oder ZMM-BX830 (Smart Heater) Option gekauft wurde zusammen mit dem ZMM-BX962 (RH and Filter Temp) Sensoren. Dieser Betriebsmode benutzt die Messwerte der relativen Feuchte RH und die Delta-T Werte um die Feuchte am Filterband konstant zu halten. Siehe Abschnitt 4.20 für die benötigten Einstellungen.

FLOWRATE

Falls Sie ein Gerät ausgestattet mit einem Handventil zur Regulierung des Volumenstromes haben, stellen Sie die gewünschte Luftdurchflussrate damit ein und die zugehörige FLOW TYPE Variable in der Gerätesoftware ist METERED.

Für die FLOW TYPE Variablen ACTUAL (VOLUMETRISCH) oder STD Type flow System (Computer regulated) stellen Sie hier die gewünschte Luftdurchflussrate ein. Das SPIRANT BAM Gerät wird dann die eingestellte Luftdurchflussrate mit Hilfe des eingebauten elektrischen Regelventils aufrechterhalten. Ihr Gerät muss dazu allerdings mit der ZMM-BX961 Option für automatische Volumenstromregelung ausgestattet sein.

Der Volumenstrom kann mit der FLOWRATE Variablen von 10.0 bis 20.0 Liter/Minute (LPM) eingestellt werden.

FLOW TYPE*

Wie oben erwähnt gibt es drei Einstellungen für die Variable FLOW TYPE um Ihren gewünschten Betriebsmode einstellen zu können. Die FLOW TYPE Auswahl bestimmt wie der Volumenstrom im Gerät berichtet wird. Sie können die Einstellung im OPERATE Menü Untermenü NORMAL Bildschirm ablesen. Anmerkung: In älteren Versionen der SPIRANT BAM Geräte wird die Variable VOLUMETRIC für die Variable ACTUAL benutzt.

Flow Type	**Beschreibung**
METERED	Wählen Sie METERED wenn Ihr BAM mit einem Handventil zur Einstellung des Volumenstroms ausgestattet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.
ACTUAL	Wählen Sie ACTUAL wenn Ihr BAM mit der ZMM-BX961 Durchflussregeloption, und einem ZMM-BX592 Temperatursensor ausgerüstet ist. Der Volumenstrom (ACTUAL) wird dann in Umgebungsbedingungen (aktuelle Temperatur und Luftdruck) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls in mg/m3 berechnet auf Umgebungsbedingungen. Der Volumenstrom wird hier auf Umgebungsbedingungen geregelt.
STD	Wählen Sie STD wenn Ihr BAM mit der ZMM-BX961 Durchflussregeloption ausgerüstet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls auf die Standardkonditionen in mg/m3 berechnet. Der Volumenstrom kann falls der ZMM-BX592 Temperatur Sensor installiert ist auf Umgebungsbedingungen geregelt werden. Ohne die Sensoroption wird der Volumenstrom hier stets auf Standardkonditionen geregelt.

ABS*

Dies ist der werksseitig eingestellte Messwert der Referenzmembran. Die Werte liegen im Bereich von 0.100 bis 0.995.

µsw *

Dies ist der werksseitig eingestellte Wert des Massenabsorptionskoeffizienten. Dieser wird zusammen mit dem Referenzmembranwert während der Grundkalibrierung eingegeben. Typischerweise beträgt er etwa 0.285.

K*

Dies ist der werksseitig ermittelte Kalibrierfaktor des Gerätes der mit Hilfe eines Regressionsvergleiches zu unserem Kalibrierstandardgerät an unserem Kalibrierprüfstand ermittelt wurde. Hierzu werden über einen längeren Zeitraum die

beiden Geräte parallel mit Teststaub verschiedener Konzentrationen erzeugt durch Räucherstäbchen beaufschlagt. Das Verhältnis der Anzeigen liefert über die erwähnte Regressionsauswertung den individuellen Kalibrierfaktor des Gerätes. Typische Werte sind im Bereich von 0.90 bis 1.10.

BKGD*

Dieser Wert ist ebenfalls werkseitig ermittelt und korrigiert den Messwert am Nullpunkt. Dieser Wert wird mit Hilfe einer Messung von gefilterter Luft ermittelt und ist typisch für das jeweilige Gerät. Alle gemessenen und angezeigten Konzentrationswerte werden mit diesem Wert korrigiert. Typische Werte für individuelle Geräte liegen im Bereich von –0.005 bis –0.018 mg/m^3.

4.15 EXTRA1 Bildschirm zur Eingabe verschiedener Parameter

Die Einstellungen im EXTRA1 Bildschirm sind für ganz spezielle Anwendungen installiert worden und müssen in der Regel nicht verändert oder benutzt werden.

e1 Erlaubt die Anzeige der Konzentration im Bereich von -0.005 bis +0.010 festzuhalten falls die aktuell gemessenen werte darunter liegen.

e2 Nicht benutzt

e3 Hysterese Zeit für Referenzmembran im Bereich von 0.000 bis 5.000 Sekunden.

e4 Testzeit für Referenzmembranbewegung im Bereich von 10.00 bis 20.00 Sekunden.

Der EXTRA1 Bildschirm ist in Abbildung 21 gezeigt.

Abbildung 21: EXTRA1 Bildschirm

```
SETUP MODE EXTRA 1

e1: Low Concentration Limit    -0.005
e2: Not Used                    0.000
e3: Membrane OFF Delay (Sec)    0.000
e4: Membrane Time Out (Sec)     15.00

SAVE                           EXIT
```

4.16 ERRORS Bildschirm zur Einstellung der Fehlermeldungskriterien

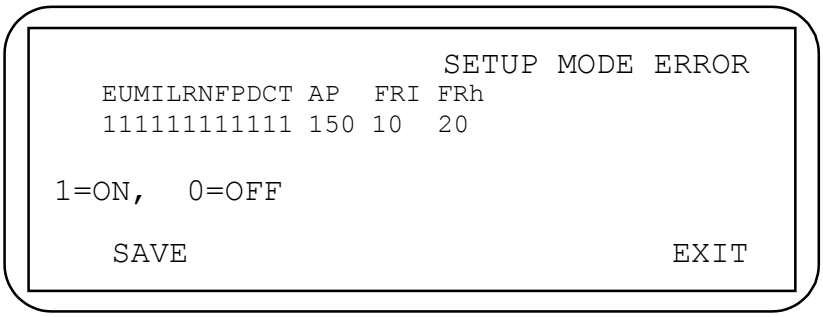
Dieser Bildschirm erlaubt die Einstellung des Gerätes hinsichtlich der Fehlerbehandlung und der Fehlerberichte. Zusätzliche Einstellungen für den Analogkanal Alarm können hier vorgenommen werden. Fehler werden jeweils am Ende eines Messzyklus angezeigt und gespeichert. Zu Beginn eines neuen Messzylus werden die Fehlermeldungen wieder zurückgesetzt.

4.16.1 FEHLERMELDUNG - ANALOG AUSGANG

In einigen Fällen ist es wünschenswert eine Fehlfunktion des Gerätes direkt auf dem Datenausgabekanal anzuzeigen. Diese Art der Fehleranzeige wird benutzt wenn der Anwender nur einen Analog Ausgabekanal zur kontinuierlichen Datenspeicherung zur Verfügung hat. Für den Fall das das Gerät einen ausgewählten Fehler aufweist wird der normale Konzentrationsausgang auf den Maximalwert der Ausgabe gesetzt. Analog Fehlerausgaben für individuelle Fehler werden ermöglicht indem Sie die Fehler aus der angegebenen Liste auswählen, wobei Sie 1 für einschalten (1=ON) oder 0 für ausschalten (0=OFF) wählen können. Wenn nun ein Fehler der ausgewählten Liste auftritt wird das Analogaus-gabesignal auf den Maximalwert gesetzt, der digitale Messwert wird hierbei nicht verändert und kann zu einem späteren Zeitpunkt entweder über den Bildschirm oder die serielle RS-232 Schnittstelle ausgelesen werden. Siehe auch Abschnitt 5.2 oder Anhang C für digital gespeicherte Fehlerberichte und deren Ausgabe.

Der ERRORS Bildschirm ist in Abbildung 22 gezeigt.

Abbildung 22: ERRORS Bildschirm



Im oben gezeigten Beispiel sind alle möglichen Fehler ausgewählt worden, dies bedeutet dass jeder auftretende Fehler das Analog Ausgangssignal auf Maximalwert während der Sammelperiode setzt. Fehlermeldungen werden am Ende der Sammelperiode zurückgesetzt.

E **EXTERNER TRIGGER** Zeigt an das die Messzeit zurückgesetzt wurde. Dieses externe Triggersignal kann auch zur Synchronisation des Gerätes in einem Gesamtsystem verwendet werden. Wenn der externe Trigger erfolgreich das Gerät synchronisiert hat wird keine Fehlermeldung ausgegeben.

U **FERNBEDIENUNGSFEHLER—**Zeigt einen Fehler in der signalgesteuerten Fernbedienung des Gerätes an.

M **MET/KALIBRIER KENNUNG—**Dieser Wert zeigt an das in diesem Zeitabschnitt eine Kalibrierung oder Funktionstests durchgeführt wurden. Siehe hierzu auch Abschnitt 4.18.

I **INTERN CPU** – Fehler im Rechnerteil der Elektronik.

L **NETZ AUS** Wenn die Netzspannung aus und eingeschaltet wird, wird ein Netzfehler gespeichert.

R **REFERENZ MEMBRAN—**Zeigt an das die Referenzmembran nicht richtig funktioniert hat und ein Abbruch der Referenzmessung passiert ist. Oft auch im Zusammenspiel mit einem **D** Fehler. Siehe weiter unten.

N **BESTAUBUNGSKAMMER Zeitfehler oder Delta-T Schwelle überschritten —** Bestaubungskammer Bewegung erfolgt stets am Beginn einer vollen Stunde oder nach einem Stromausfall. Wenn die Zeit des Fehlers also am Begin einer Stunde oder nach einem Stromausfall ist, handelt es sich um einen Fehler der Bestaubungskammer, der Öffnungsmechanismus hat nicht einwandfrei gearbeitet. Bei einem Fehler zu allen andern Zeiten handelt es sich um eine Überschreitung der eingestellten Delta-T Schwelle. Siehe auch Abschnitt 4.20.

F **FLOW OUT OF LIMITS** – Der Volumenstrom war entweder kleiner als FRl (untere Schwelle) oder größer als FRh (obere Schwelle).

P **PRESSURE DROP EXCESSIVE** – Der Druckabfall am Filterband ist größer als der mit AP gesetzte Wert**.**

D **DEVIANT MEMBRANE DENSITY—**Zeigt an das die aktuelle Messung der Referenzmembran um mehr als ±5% vom im Gerät gespeicherten Wert abweicht.

C **COUNT—**Zeigt an das die gemessenen Zählraten nicht richtig funktionieren. Dieser Fehler tritt auf wenn die Zählrate kleiner ist als 10,000 pro 4 Minuten.

T **TAPE BREAK—**Zeigt einen Filterbandriss an.

Nachfolgend sind Fehlerparameter dargestellt für die Sie hier Schwellen einstellen können. Benutzen Sie die Pfeiltasten um die Werte zu verändern und drücken Sie die Funktionstaste <SAVE> wenn sie alle Werte richtig eingestellt haben.

AP Druckabfall am Filter einstellbar im Bereich von 0 bis 500 mm-Hg (0 bis 666 hPa). Fällt der Luftdruck unter dem Filterband unter den eingestellten Wert wird der Alarm ausgelöst.

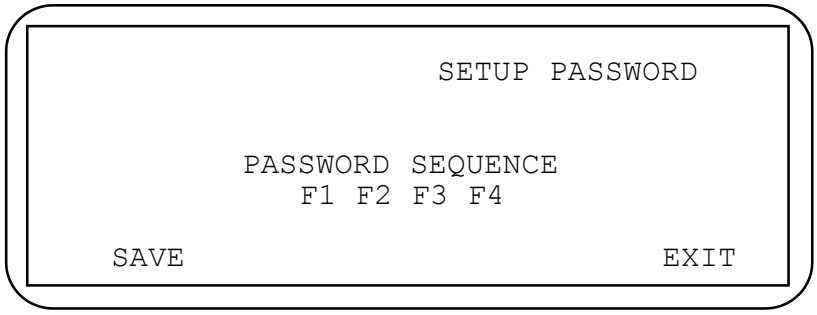
FRl Luftdurchsatzfehler untere Schwelle einstellbar im Bereich von 0 bis 30 lpm. Hier setzen sie die untere Schwelle. Wenn der Luftdurchsatz unter diese Schwelle fällt wird der “**F**” Alarm ausgelöst.

FRh Luftdurchsatzfehler obere Schwelle einstellbar im Bereich von 0 bis 38 lpm. Hier setzen sie die obere Schwelle. Wenn der Luftdurchsatz über diese Schwelle kommt wird der “**F**” Alarm ausgelöst.

4.17 PASSWORD Bildschirm zur Eingabe des Benutzerpassworts

Erlaubt das Setzen einen Benutzerspezifischen Kennworts. Sie können jede der 6 Funktionstasten F1-F6 in beliebiger Reihenfolge verwenden (6^4 = 1296 Kombinationen). Der PASSWORD Bildschirm ist in Abbildung 23 gezeigt.

Abbildung 23: PASSWORD Bildschirm

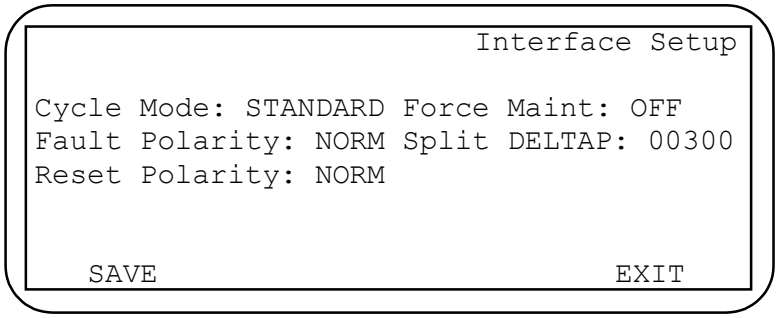


Die Werkseinstellung ist F1,F2,F3,F4 wie in Abbildung 23 gezeigt.

4.18 INTERFACE Bildschirm zur Einstellung von Fernbedienungsparametern

Der Interface Einstellbildschirm ist in Abbildung 24 gezeigt. Hier können Sie Werte einstellen, die für die Synchronisation mit externen Geräten von Bedeutung sind.

Abbildung 24: INTERFACE Bildschirm

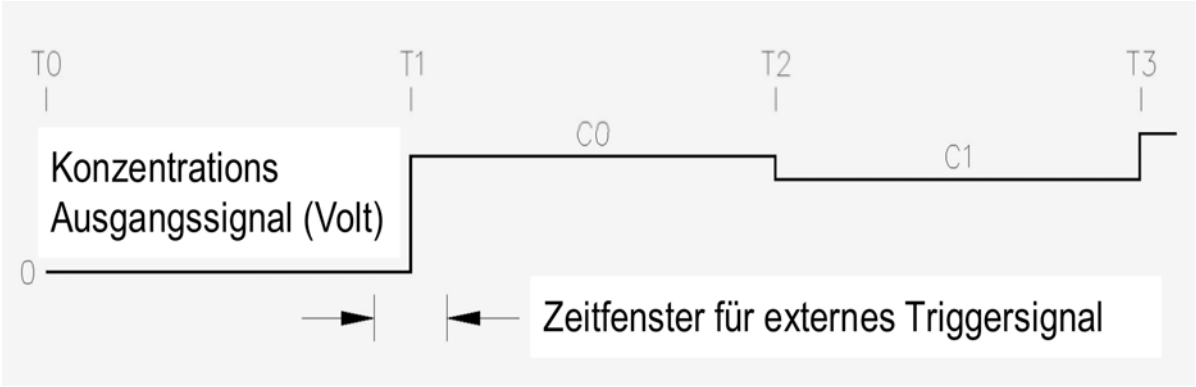


Force Maint	diese Variable setzt das Wartungsrelay in die ON oder OFF Position. Diese Funktion kann vom Servicepersonal benutzt werden um dem angeschlossenen Datenaufzeichnungssystem zu signalisieren dass zurzeit Wartungsarbeiten am Gerät durchgeführt werden.
Fault Polarity	Setzt die Polarität des Fernsteuerfehlerrelays; NORM für normal offen (NO) und INV für normal geschlossen (NC).
Split DELTAP	Setzt den split cycle Punkt. Nicht nötig im SPIRANT
BAM. Reset Polarity	Setzt die Eingangspolarität des externen Rücksetztriggersignals; NORM für normal offen (NO) und INV für normal geschlossen (NC).
Cycle Mode	Die Zyklusbetriebsmode Einstellung bestimmt die Funktion des externen Rücksetztriggersignals und das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs. Eine Beschreibung des STANDARD und des EARLY Zyklus Betriebsmodes folgt.

STANDARDZYKLUS Betriebsmode

Das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs für den Standardzyklus Betriebsmode ist in Abbildung 25 gezeigt

Abbildung 25: Standard Zyklus zeitlicher Ablauf



Die C0 Ausgabespannung entspricht der Konzentration gemessen von Zeitpunkt T0 bis T1, wobei die T Zeitmarken jeweils den beginn einer vollen Stunde markieren (i.a. minute=0 und sekunde=0).

Ein externes Rücksetztriggersignal kann benutzt werden um den Ablauf des Zyklus zu kontrollieren und das System mit externen anderen Geräten zu synchronisieren. Das Triggersignal muss mindestens für 2 Sekunden anliegen. Es muss in einem Zeitraum von plus oder minus 5 Minuten um den Beginn der vollen Stunde anliegen oder der E Fehlerwert (siehe oben) wird gesetzt. Die folgenden Aktionen werden je nach auftreten des Signals durchgeführt.

Minute 0 bis 5—Das Triggersignal setzt die Uhrzeit auf Minute=0 und Sekunde=0 der aktuellen Stunde. Wenn ein Messzyklus gerade begonnen hat wird er fortgesetzt. Keine Fehlermeldung (E) wird erzeugt, da das Signal zur angemessenen Zeit aufgetreten ist, so dass der Messzyklus ordnungsgemäß beendet werden kann.

Minute 5 bis 55—Das Triggersignal hat keinen Effekt, aber in das Fehlerprotokoll wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens des Triggersignals eingetragen und die Fehlermeldung (E) erzeugt.

Minute 55 bis 0—Wenn das Triggersignal nach einem beendeten Messzyklus auftritt oder Während das Gerät auf einen Neustart wartet dann wird keine Fehlermeldung erzeugt. In diesem Fall wird die Uhrzeit auf Minute=0 und Sekunde=0 und die Stunde auf die nächste Stunde vorgestellt und ein neuer Messzyklus gestartet.

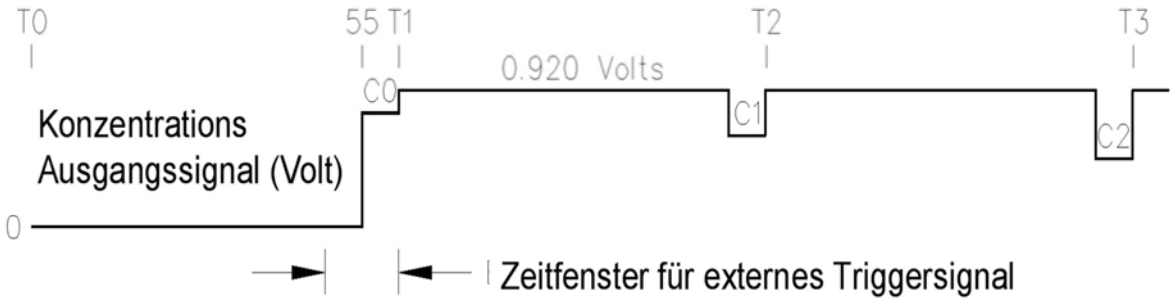
Die Uhr wird nicht gestellt wenn der Messzyklus noch nicht die Zählrate I3 ermittelt hat (Siehe Abb. 4). Datum und Uhrzeit des Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen. Ein Trigger während dieser Zeit sollte vermieden werden, da die Datenausgabe und das Fehlerprotokoll gleichzeitig zurückgesetzt würden.

Wenn während der Ermittlung der I3 Zählrate, oder wahrend der Berechnung der Messwerte ein Trigger auftritt, dann wird die laufende Messung abgebrochen. Datum und Uhrzeit der Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen (This means that the shuttle must be moved back to the right hand position to reset a cycle). Ein abgebrochener Messzyklus setzt automatisch den Analogausgang auf maximalen Spannungs- oder Stromwert. (z.B. 1.0 Volt oder 20.0 mA).

EARLYZYKLUS Betriebsmode

Das Ausgabeformat des analogen Konzentrationsausgangs für den Earlyzyklus Betriebsmode ist in Abbildung 26 gezeigt

Abbildung 26: Early Zyklus zeitlicher Ablauf



Die C0 Ausgabespannung entspricht der Konzentration gemessen von Zeitpunkt T0 bis T1, wobei die T Zeitmarken jeweils den Beginn einer vollen Stunde markieren (i.a. minute=0 und sekunde=0). Die Ausgabespannung für die Konzentration der aktuellen Stunde wird für 5 Minuten (Minute 55 bis 0) ausgegeben. Zu allen anderen Zeiten ist die Ausgabespannung 0.920 Volts.

Ein externes Rücksetztriggersignal kann benutzt werden um den Ablauf des Zyklus zu kontrollieren und das System mit externen anderen Geräten zu synchronisieren. Das Triggersignal muss mindestens für 2 Sekunden anliegen. Es muss in einem Zeitraum von plus oder minus 5 Minuten um die Minute 55 anliegen oder der E Fehlerwert (siehe oben) wird gesetzt. Die folgenden Aktionen werden je nach auftreten des Signals durchgeführt.

Minute 55 bis 0—Das Triggersignal setzt die Uhrzeit auf Minute=55 und Sekunde=0 der aktuellen Stunde. Ein neuer Messzyklus wird gestartet, wenn ein Messzyklus gerade begonnen hat wird er fortgesetzt. Keine Fehlermeldung (E) wird erzeugt, da das Signal zu einer Zeit aufgetreten ist das der Messzyklus noch ordnungsgemäß beendet werden kann.

Minute 0 bis 50—Das Triggersignal hat keinen Effekt, aber in das Fehlerprotokoll wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens des Triggersignals eingetragen und die Fehlermeldung (E) erzeugt.

Minute 50 bis 55—Wenn das Triggersignal nach einem beendeten Messzyklus auftritt oder während das Gerät auf einen Neustart wartet dann wird keine Fehlermeldung erzeugt. In diesem Fall wird die Uhrzeit auf Minute=55 und Sekunde=0 gestellt und ein neuer Messzyklus gestartet.

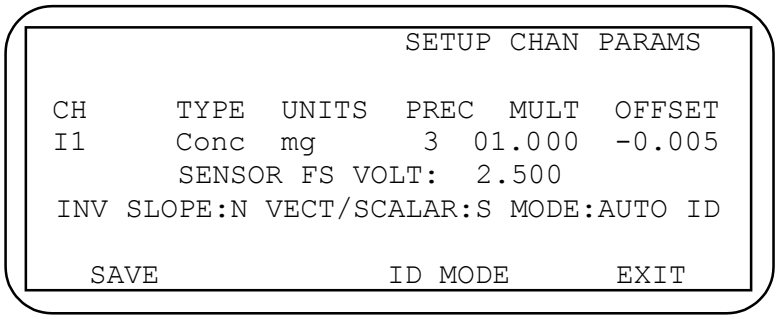
Die Uhr wird nicht gestellt wenn der Messzyklus noch nicht die Zählrate I3 ermittelt hat (Siehe Abb. 4). Datum und Uhrzeit des Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen. Ein Trigger während dieser Zeit sollte vermieden werden, da die Datenausgabe und das Fehlerprotokoll gleichzeitig zurückgesetzt würden.

Wenn wahrend der Ermittlung der I3 Zählrate, oder wahrend der Berechnung der Messwerte ein Trigger auftritt, dann wird die laufende Messung abgebrochen. Datum und Uhrzeit der Triggers wird in das Fehlerprotokoll eingetragen (This means that the shuttle must be moved back to the right hand position to reset a cycle). Ein abgebrochener Messzyklus setzt automatisch den Analogausgang auf 0.920 Volt.

4.19 SENSOR Bildschirm zur Anmeldung angeschlossener Sensoren

Die SPIRANT BAM Messgeräte haben 6 analoge Eingänge die für die Aufzeichnung von meteorologischen Sensoren oder anderen Luftgütesensordaten gedacht sind. Neue
Sensoren müssen im Gerät voreingestellt werden bevor deren Daten aufgezeichnet werden können. Der SENSOR Bildschirm erlaubt notwendigen Einstellungen vorzunehmen. Der SENSOR Bildschirm ist in Abbildung 27 gezeigt.

Abbildung 27: SENSOR Bildschirm



CH Kanäle werden mit Hilfe der up und down Pfeiltasten im CH (Kanal) Eingabefeld ausgewählt.

ANMERKUNG: Kanäle I1 (Conc) und I2 (Qtot) sind intern. Sie können betrachtet aber nicht verändert werden.

TYPE Dies ist der Kanalname. Wenn der MODE Parameter auf AUTO ID steht, dann wird der Name automatisch gewählt wenn Ecotechauto ID Sensoren (500 series) angeschlossen werden. Wenn der MODE Parameter MANUAL ist dann können Sie einen Namen mit den Pfeiltasten eingeben. Wobei die Auswahl der Buchstaben mit den Pfeilen auf und ab und die Abfolge mit den links rechts Tasten gewählt wird.

UNITS Dies ist die Einheit in der das Meßsignal angezeigt wird.

PREC Setzt die Dezimalstellen nach dem Dezimalpunkt für Multiplier und Offset.

MULT Faktor mit dem das Eingangssignal multipliziert wird.

OFFSET Offset der zum Eingangssignal addiert wird.

SENSOR FS VOLT Der Wert für die maximale Sensorspannung.

INV SLOPE Benutzen Sie den „inverse slope“ Parameter nur für Thermistor Temperatursensoren mit Widerstandsveränderung.

VECT/SCALAR Setzt die Mittelungsmethode; SCALAR ist für alle Sensoren außer der Windrichtung zu benutzen. Hier benötigen Sie die Einstellung VECTOR.

MODE Drücken Sie die ID MODE Taste um den mode Parameter zu verändern.
MANUAL—in diesem mode kann der Benutzer die Sensorparameter von Hand eingeben.
AUTO ID—In diesem mode wird die „AUTOMET ID“ Methode benutzt um die Sensorparameter automatisch auszuwählen. Die Met One 500 Serie Sensoren unterstützen diesen Betriebsmode.

ANMERKUNG: Von Hand eingegebene Parameter werden gelöscht wenn sie in den AUTO ID mode wechseln.

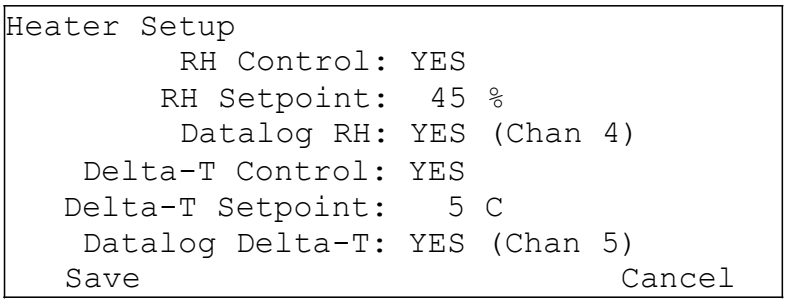
4.20 HEATER Bildschirm zum Setzen der Probenahmeheizungsparameter

Eine Option für die SPIRANT BAM Messgeräte ist die feuchtigkeitsgesteuerte (RH) Probenahmeheizung. Diese Option benutzt einen Feuchtesensor und einen Temperatursensor die kurz unterhalb des Filterbandes angebracht sind. Tests haben gezeigt wenn man die relative Feuchte unterhalb des Filterbandes über 55% erhöht das dann die Staubpartikel vermehrt Wasser anlagern können. Dies führt dann zu einer erhöhten Anzeige der Staubkonzentration. Die feuchtigkeitsgesteuerte Probenahmeheizung minimiert diesen Effekt. Ecotech empfiehlt einen Wert für die relative Feuchte RH von bis zu 45% zu verwenden. Dies ist ähnlich der Äquilibration von gesammelten Filtern im Labor zu sehen.

Zusätzlich wird die Filtertemperatur und die Umgebungstemperatur gemessen und eine Differenztemperatur Delta-T aus diesen berechnet. Flüchtige organische Bestandteile (VOCs) und Semi-VOC's können vom Filter abdampfen und damit für die Messung unzugänglich werden wenn die Filtertemperatur deutlich größer als die Umgebungstemperatur ist. Die US EPA verwendet in ihren Referenzsammlern eine maximale Temperaturdifferenz von 5 C. Ecotechempfiehlt im Falle einer Aussenaufstellung des Gerätes im ZMM-BX903 oder ZMM-BX902 Wetterschutzgehäuse den Delta-T Wert auf 5 Grad Celsius zu setzen. Anmerkung: Delta-T ist nur verfügbar wenn ein Umgebungstemperatursensor (ZMM-BX592) an Kanal 6 angeschlossen ist.

Die Probenahmeheizung ist eingeschaltet wenn das SPIRANT BAM Messgerät eingeschaltet ist und die Pumpe läuft. Die Probenahmeheizung schaltet ab wenn die relative Feuchte RH genau 1% unter den gesetzten Wert kommt oder der Wert für die Delta-T Schwelle erreicht ist.

Abbildung 28: HEATER Bildschirm



RH Control Optionen sind YES oder NO. Im Falle YES wird die Probenahmeheizung eingeschaltet und der RH Wert wird im Bereich von etwa +/-1% des Sollwertes geregelt.

RH Setpoint Der Sollwert kann ein Wert von 1 bis 99 sein. Dieser Wert wird dann unterhalb des Filters möglichst konstant gehalten.

Datalog RH Optionen sind YES oder NO. Im Falle YES wird die relative Feuchte RH im Kanal 4 der SPIRANT BAM Datenaufzeichnung gespeichert.

Anmerkung: Wenn YES ausgewählt wurde wird ein eventuell angeschlossenes externes Signal an Kanal 4 ignoriert.

Delta-T Control Optionen sind YES oder NO. Wenn YES gewählt ist schaltet die Probenahmeheizung ab wenn der Delta-T Sollwert überschritten wird. Wenn der Delta-T Sollwert um 1 C überschritten ist wird ein Alarm (N) ausgelöst und in das Fehlerprotokoll eingetragen. Siehe Abschnitt 4.16.

Delta-T Setpoint Der Sollwert kann eine Zahl von 1 bis 99 sein. Wenn dieser Wert überschritten wird schaltet sich die Probenahmeheizung ab. Anmerkung: Dies ist auch der Fall wenn die relative Feuchte noch größer als der zugehörige Sollwert ist.

Datalog Delta-T Optionen sind YES oder NO. Wenn YES ausgewählt ist dann wird der Wert von Delta-T im Kanal 5 der SPIRANT BAM Datenaufzeichnung gespeichert. Anmerkung: Wenn YES ausgewählt wurde wird ein eventuell angeschlossenes externes Signal an Kanal 5 ignoriert.

5 BEDIENUNG

5.1 Einleitung

Die SPIRANT BAM hat eine große 320-Zeichen Anzeige (8 Zeilen je 40 Zeichen) welche eine leistungsstarke Kommunikationsschnittstelle mit dem Benutzer erlaubt. Der Benutzer kann Datensätze erhalten, verschiedene Kommunikationsprotokolle erstellen und mit dem Display und der Tastatur die Bedienung des Systems testen

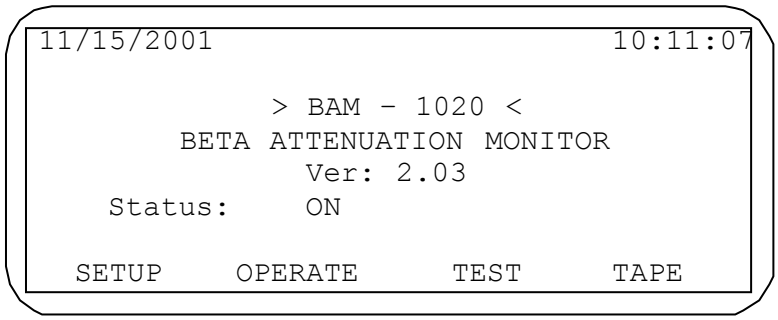
5.2 Lernen Sie die Benutzung der Tastatur

Wird die SPIRANT BAM zum ersten Mal in Betrieb genommen wird erscheint eine Anzeige im Hauptmenu. Das zeigt das Gerät ist für den Start bereit. Die Anzeige enthält Informationen über das Datum, Uhrzeit, Geräteversion, Modelnummer und auch 4 Tasten zur Menüauswahl der SPIRANT BAM. Die Tasten erlauben dem Benutzer zum Einschalt-, Ablauf- und Testmenü zu gelangen. Jedes Menü zeigt eine kurze Funktionsbeschreibung an. Die Untermenüs enthalten eine EXIT Taste welche zum Hauptmenü des SPIRANT BAM zurückführt.

Die linke und rechte Pfeiltaste bewegen den Kursor durch die verschiedenen Dateneingabefelder der Untermenüs. Die Auf- und Abpfeile ermöglichen die Nummernwerte auf- oder absteigend anzuzeigen oder aber die Auswahl innerhalb eines Feldes. Jede Veränderung innerhalb eines Bildschirms muss durch die Bedienung der Speichertaste bestätigt werden. Eine Meldung am Bildschirm wird angezeigt nachdem das System die Änderungen gespeichert hat.

Bild 29 zeigt den SPIRANT BAM Einschalt-Bildschirm

Abbildung 29: Einschalt - Bildschirm



Beschreibung der Tasten

SOFTWARE FUNKTIONSTASTEN
Die Beschreibung der 4 Tasten unterhalb der Anzeige wird in der Fußzeile angezeigt. Die Bedeutung der jeweiligen Taste hängt jeweils vom Menu ab.

KURSOR Tasten
Diese 4 Pfeiltasten werden genutzt um durch das Menü nach oben, unten, rechts und nach links zu navigieren bzw. die Parameter im Einschalt-Bildschirm zu verändern.

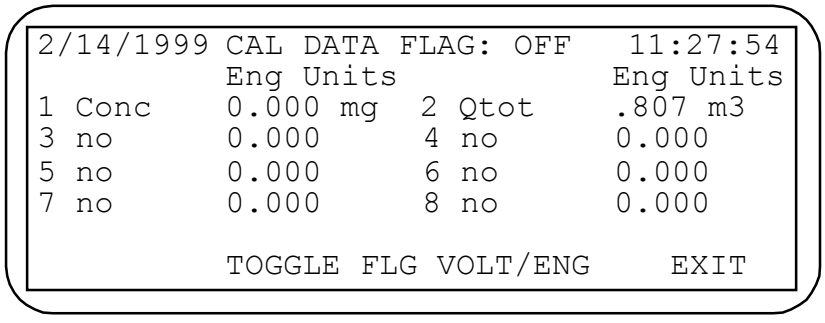
CONTRAST ADJUSTMENT KEY
Diese Taste hat ein Halbmondzeichen. Durch die Bedienung wird der Kontrast des Bildschirms mehr oder weniger. Wird die Taste länger gehalten wird sich der Kontrast in die eine oder andere Richtung verändern.

FUNKTIONSTASTEN
Die 6 Tasten F1-F6 können zur Vereinfachung häufig ausgeführter Aufgaben genutzt werden.

ANMERKUNG: Funktionstasten sind nur im Hauptmenu bzw. zur Passworteingabe verfügbar.

F1
Diese Taste kann zur Anzeige der momentanen Werte, die durch die SPIRANT BAM aufgezeichnet wurden, genutzt werden. Angezeigt werden alle Werte wie die zuletzt
gemessene Konzentration, die gegenwärtige Luftdurchflussrate und die aktuellen Werte aller anderen Sensoren welche mit der SPIRANT BAM verbunden sind.
Der Bildschirm der aktuell gemessenen Werte ist in Abbildung 30 dargestellt.

Abbildung 30: Der (F1) Bildschirm zur Anzeige der Momentanwerte


2/14/1999 CAL DATA FLAG: OFF 11:27:54
Eng Units Eng Units
1 Conc 0.000 mg 2 Qtot .807 m3
3 no 0.000 4 no 0.000
5 no 0.000 6 no 0.000
7 no 0.000 8 no 0.000
TOGGLE FLG VOLT/ENG EXIT

Dieser Bildschirm wird zur Beobachtung aller Kanäle die mit der SPIRANT BAM verbunden sein könnten genutzt. Die Werte, mit Ausnahme der Konzentration (Conc) und des Luftvolumenstroms (Qtot), werden momentan gemessen. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration des letzten Messzyklus. Die Qtot Angabe repräsentiert den gesamten Luftvolumenstrom während dem letzten Messzyklus.

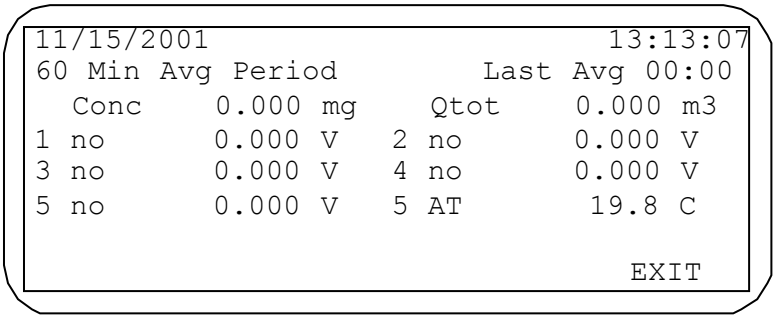
CAL DATA FLAG
Dieses Datenkennzeichen wird benutzt um die aktuellen Daten mit einer Kennung M zu versehen. Wenn das CAL DATA FLAG auf (ON) gesetzt ist werden die Daten in der aktuellen Messperiode mit M gekennzeichnet. Hiermit kann das Wartungspersonal eine Kennzeichnung geben das es am Gerät Wartungs- Einstellarbeiten wie zum Beispiel die Überprüfung der Luftdurchflussrate, einen Filterbandwechsel oder andere Routine Aufgaben durchgeführt wurden.

TOGGLE FLG
Mit dieser Taste wird das Wartungskennzeichen in den aufgezeichneten Daten gesetzt. Wenn das Wartungskennzeichen gesetzt ist, dann zeigt der Bildschirm die Bezeichnung „CAL DATA FLAG ON“ schwarz hinterlegt und blinkend an.

VOLT/ENG
Dieses Feld erlaubt dem Benutzer die Kanäle entweder mit den eingestellten Einheiten (ENG) oder aber als reine Spannungswerte (VOLT) zu sehen.

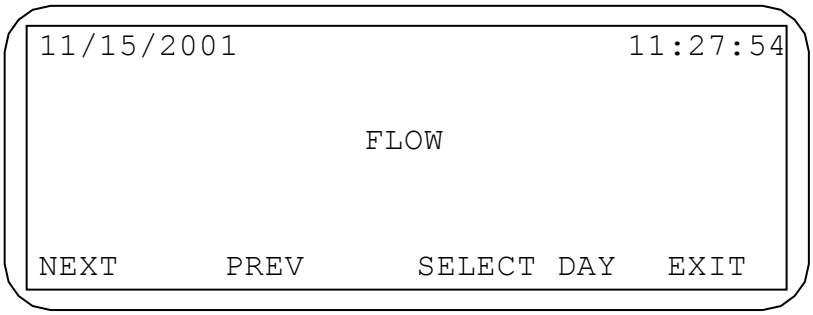
F2
Diese Taste wird zur Anzeige des letzten vom SPIRANT BAM aufgenommenen Mittelwertes genutzt. Die Konzentration und der Luftstrom werden als Wert der letzten Stunde angezeigt, alle anderen Messungen sind die Mittelwerte der letzten Datenaufzeichnungsperiode (siehe MET SAMPLE Parameter Abschnitt 4.13). Der Bildschirm zur Mittelwertanzeige ist in Abbildung 31 gezeigt.

Abbildung 31: Der (F2) Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte



F3
F3 zeigt die durch das SPIRANT BAM Gerät gespeicherten Fehlermeldungen an. Der Bildschirm der Fehlermeldungen wird in Abbildung 32 gezeigt.

Abbildung 32: Der (F3) Bildschirm zur Anzeige der gespeicherten Fehlermeldungen



F4
Die Datenrückruftaste wird genutzt um die Daten der letzten 10 Tage anzuzeigen.

F5
Durch die Taste wird der Transfer des Speicherinhaltes zum Speicher-Modul angestoßen. Lesen Sie dazu mehr im Abschnitt 7 und 8.

F6
Diese Taste hat bisher keine Funktion.

5.3 Normalbetriebsmodus

Wird das SPIRANT BAM Gerät auf den Normalbetriebsmodus (Operation Mode = ON) eingestellt, ist die Maschine solange im Betrieb bis sie angehalten wird. Der Befehl zum Anhalten kann entweder durch den Benutzer mittels setzen von (Operation Mode = OFF) gegeben werden, oder durch den Benutzer wenn die Optionen SETUP oder TEST gewählt wird während die Maschine noch im Normalbetriebsmodus ist oder aber durch einen Fehler des SPIRANT BAM der durch einen Neustart nicht behoben werden kann (wie z.B. einen Filterbandriss).

5.4 Untermenü „ Operate“

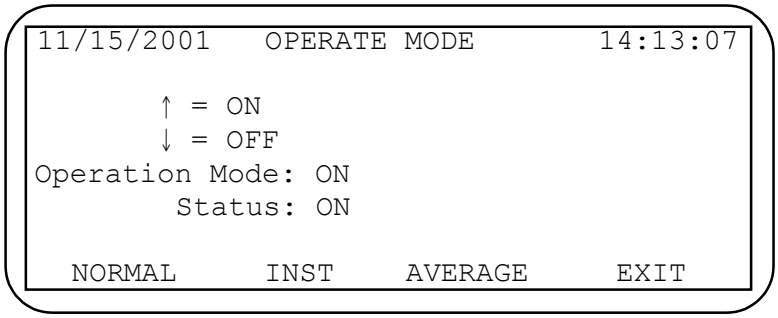
Um zum OPERATE Bildschirm zu gelangen bedienen Sie bitte den OPERATE soft-key im Hauptmenü.

Der OPERATE Bildschirm hat 4 Optionen, NORMAL ist der Standardbetriebs-Mode. INST wird genutzt um die SPIRANT BAM Kanäle und die zusätzlich aufgezeichneten Kanäle unverzüglich anzuzeigen. Die Option AVERAGE zeigt die Mittelwerte der aufgezeichneten Werte an. Des weiteren gibt es die EXIT Option.

Beim Einschalten des Gerätes oder nach Netzausfall ist der Operation Mode auf ON gesetzt. Um den Operations-Modus zu ändern betätigen Sie bitte die UP Taste für den ON und die DOWN Taste für den OFF Modus.

Der Operate Mode Bildschirm wird in der Abbildung 33 angezeigt.

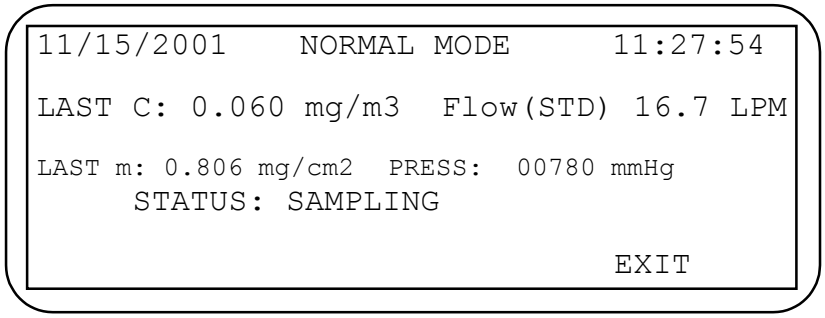
Abbildung 33: Das OPERATE MODE Menü



5.5 Der „Normal“ Bildschirm

Dieser Bildschirm ermöglicht dem Benutzer die Überwachung des Geräteablaufs. Zu diesem Bildschirm gelangt man mit Hilfe des soft key NORMAL.

Abbildung 34: Der Normal Mode Bildschirm



LAST C
Dieser Wert zeigt die zuletzt aufgezeichnete Konzentration, am Ende des Messzyklus wird der Wert jeweils erneuert.

LAST m
Dies ist der neuste Referenz Membranwert. Der Wert sollte mit dem ABS Wert um ±5% übereinstimmen. Ist die Differenz größer, wird ein **D** Fehler protokolliert.

FLOW
Zeigt den die Luftdurchflussrate im Gerät an. Die Auswahl des (FLOW TYPE) Parameters (Siehe auch Abschnitt 4.14) steuert wie der Luftdurchfluss am Bildschirm angezeigt wird. LPM steht für Liter Pro Minute und STD für Standard Konditionen
Anmerkung: In älteren Versionen der SPIRANT BAM wird der Begriff „VOLUMETRIC“ gleichbedeutend mit „ACTUAL“ verwendet. Beide Begriffe zeigen an, dass die Volumenstromregelung des Geräts auf Umgebungsbedingungen eingestellt ist.

Tabelle 5: „Flow Type“ Einstellungen der Durchflussmessung

Flow Type	Beschreibung
METERED	Wählen Sie METERED wenn Ihr BAM mit einem Handventil zur Einstellung des Volumenstroms ausgestattet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet.
ACTUAL	Wählen Sie ACTUAL wenn Ihr BAM mit der ZMM-BX961 Durchflussregeloption, und einem ZMM-BX592 Temperatursensor ausgerüstet ist. Der Volumenstrom (ACTUAL) wird dann in Umgebungsbedingungen (aktuelle Temperatur und Luftdruck) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls in mg/m3 berechnet auf Umgebungsbedingungen. Der Volumenstrom wird hier auf Umgebungsbedingungen geregelt.

STD	Wählen Sie STD wenn Ihr BAM mit der ZMM-BX961 Durchflussregeloption ausgerüstet ist. Der Volumenstrom wird hier in U.S. EPA Standardkonditionen (25 C and 1013 hPa) berechnet. Die Konzentration ist ebenfalls auf die Standardkonditionen in mg/m3 berechnet. Der Volumenstrom kann falls der ZMM-BX592 Temperatur Sensor installiert ist auf Umgebungsbedingungen geregelt werden. Ohne die Sensoroption wird der Volumenstrom hier stets auf Standardkonditionen geregelt.

PRESS
Zeigt den momentanen Luftdruck in mm-Hg an.

5.6 Der „INST“ Bildschirm zur Kontrolle der Momentanwerte

Dieser Bildschirm wird zur Beobachtung aller Kanäle die mit der SPIRANT BAM verbunden sein könnten genutzt. Die Werte, außer der Konzentration (Conc) und Luftstrom (Qtot), werden alle momentan gemessen. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration der letzten Periode. Die Qtot Angabe repräsentiert den gesamten Volumenstrom während der letzten Periode.

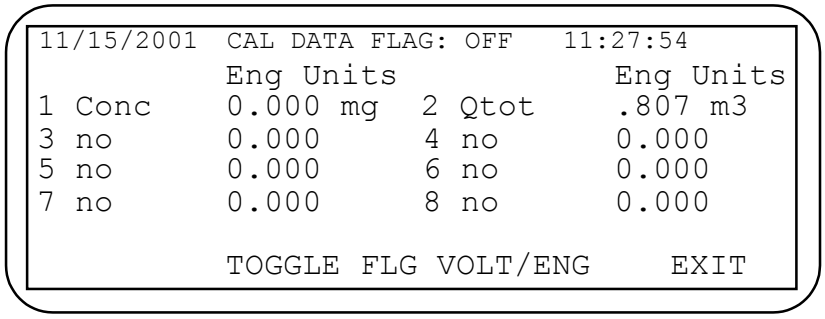
CAL DATA FLAG
Dieses Datenkennzeichen wird benutzt um die aktuellen Daten mit einer Kennung M zu versehen. Wenn das CAL DATA FLAG auf (ON) gesetzt ist werden die Daten in der aktuellen Messperiode mit M gekennzeichnet. Hiermit kann das Wartungspersonal eine Kennzeichnung geben das es am Gerät Wartungs- Einstellarbeiten wie zum Beispiel die Überprüfung der Luftdurchflussrate, einen Filterbandwechsel oder andere Routine Aufgaben durchgeführt wurden.

TOGGLE FLG
Mit dieser Taste wird das Wartungskennzeichen in den aufgezeichneten Daten gesetzt. Wenn das Wartungskennzeichen gesetzt ist, dann zeigt der Bildschirm die Bezeichnung „CAL DATA FLAG ON“ schwarz hinterlegt und blinkend an.

VOLT/ENG
Dieses Feld erlaubt dem Benutzer die Kanäle entweder mit den eingestellten Einheiten (ENG) oder aber als reine Spannungswerte (VOLT) zu sehen.

Der „Inst“ Bildschirm ist in Abbildung 35 zu sehen.

Abbildung 35: Der „Inst“ Bildschirm

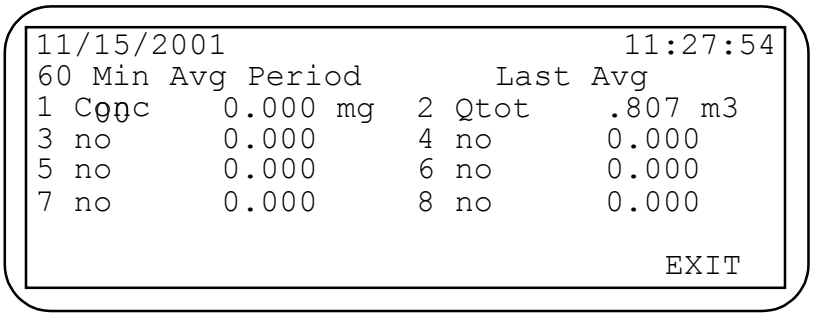

11/15/2001 CAL DATA FLAG: OFF 11:27:54
Eng Units Eng Units
1 Conc 0.000 mg 2 Qtot .807 m3
3 no 0.000 4 no 0.000
5 no 0.000 6 no 0.000
7 no 0.000 8 no 0.000
TOGGLE FLG VOLT/ENG EXIT

5.7 Der „Average“ Bildschirm zur Anzeige der letzten Mittelwerte

Dieser Bildschirm wird zur Anzeige der letzten vom SPIRANT BAM aufgenommenen Mittelwerte genutzt. Der Conc Wert repräsentiert die Konzentration und die Qtot Angabe den gesamten Volumenstrom während des letzten Messzyklus. Alle anderen Messwerte sind die Mittelwerte der letzten Datenaufzeichnungsperiode. Der Zeitraum für die Mittelwertbildung ist in 2. Zeile der Anzeige angegeben. Um die Datenaufzeichnungsperiode zu ändern lesen sie bitte den Abschnitt 4.13.

Der Bildschirm zur Mittelwertanzeige in Abbildung 36 gezeigt.

Abbildung 36: Der „Average“ Bildschirm



6 KALIBRIERUNG

6.1 Werkskalibrierung

Ecotech verfügt über eine komplette Testeinrichtung zur Kalibrierung aller Partikelinstrumente. Jedes Instrument wird entsprechend nachweisbarer Standards getestet und dann an einer Bestaubungstesteinrichtung zusammen mit einem Referenzgerät in Betrieb genommen. Die Testergebnisse werden als Daten Punkte für die Datenregression und die letztendliche Kalibration genutzt. Um die Konformität während der Testperiode sicherzustellen wird auch der eingebaute Membran Kalibrator getestet.

Ein eingebautes Gerät wird sowohl einen stündlichen Diagnostik Test als auch Tests für die korrekte Funktion aller Komponenten durchführen. Eine Kalibrierung der Luftdurchsatzes im Feld wird je nach Saison durchgeführt.

6.2 Automatische Kalibrierüberprüfung

Die SPIRANT BAM hat eine eingebaute Referenz Membran. Die Membran wird automatisch in das Messvolumen eingeschoben um die Masse der Membrane zu jeder Stunde bzw. nach jedem Filterwechsel zu bestimmen. Für jede Membran wurde vorab im Herstellerwerk eine charakteristische Masse bestimmt und im SPIRANT BAM gespeichert. Wenn die stündliche Referenz Membran Kalibrierung abläuft wird der neu errechnete Wert mit dem werksseitig gespeicherten Wert verglichen um einen ordnungsgemäßen Messablauf zu gewährleisten. Die Membran darf während der normalen Messung nicht eingefahren sein. Sollte das Instrument eine Abweichung von dem gespeicherten Wert feststellen die außerhalb der Spezifikation liegt wird ein Fehler protokolliert und die Daten werden markiert.

Eine Nullmessung wird zu Beginn und zum Ende eines jeden Messzylus auf einem frischen Filterfleck durchgeführt um die Stabilität des Meßsystems zu gewährleisten.
Die Nullmessung wird auf demselben Filterfleck durchgeführt und zeigt die Fähigkeit des Systems einen konstanten Messwert (Null) zu erzeugen wenn kein Staub gesammelt wurde. Überschreitet der Unterschied der beiden Messwerte ein vorher festgelegtes Limit wird eine Fehlermeldung im Fehlerprotokoll gezeigt und die digitalen Werte werden markiert.

6.3 Kalibrierung der Luftdurchsatzmessung im Feldeinsatz

Das SPIRANT BAM kennt drei Arten der Luftdurchsatzregelung – Manuell fest eingestellt, geregelt auf Normbedingungen oder auf Umgebungsbedingungen. Der manuell fest eingestellte Volumenstrom wird in EPA Norm Konditionen angegeben (298 Kelvin und
1013.25 hPa, bzw. 760 mmHg) es ist keine Flowregelung nötig. Bei der Regelung auf Umgebungsbedingungen wird der Volumenstrom so geregelt, dass er für die jeweiligen Umgebungsbedingungen dem Sollwert entspricht. Bei der Regelung auf Normbedingungen wird der Volumenstrom bezogen auf die Standardbedingungen (298 Kelvin und 1013.25

hPa) konstant auf dem Sollwert gehalten. Eine Kalibrierung der verschiedenen Regelungsarten erfordert jeweils spezielle Messgeräte und Test Abläufe.

Um die Art der Volumestromregelung des BAM's zu bestimmen, navigieren Sie zu dem Kalibrations Bildschirm (SETUP>CALIBRATE). Ein Passwort muss eingegeben werden, siehe Abschnitt 4.17. Dieser Bildschirm zeigt den Wert der FLOW TYPE Variablen entweder METERED, STANDARD oder ACTUAL. Wählen Sie Schritt **A** für die Kalibrierung der METERED und STANDARD Regelung und Schritt **B** für die der ACTUAL Regelung.

A. METERED oder festeingestellter Volumenstrom erfordert ein Referenz Volumenstrommessgerät mit einem Anschlussadapter. Ecotech empfiehlt die BIOS® Geräte oder den Kauf der ZMM-BX307 Option. Ein Referenz Temperaturmessgerät wird benötigt um die Umgebungstemperatur zu messen.

1. Notieren Sie folgende Werte mit ausgeschalteter Vakuum Pumpe:

   $T_{ambient}$ (T_a)_____Kelvin. (Referenz Temperaturmessgerät)

   $P_{ambient}$ (P_a)_____mm-Hg (BAM OPERATE>NORMAL Bildschirm)

2. Im SETUP>CALIBRATE Bildschirm muss jeweils C_v und Q_0 auf 1.000 und 0.000 eingestellt werden.

3. Transportieren Sie das Filterband auf einen frischen Filterfleck. Entfernen Sie den Vakuumschlauch der Pumpe von der Rückseite des SPIRANT BAM. Im TEST>PUMP Bildschirm schalten Sie die Pumpe an.

   ANMERKUNG: Es sollte keine Luft durch das SPIRANT BAM fließen. Notieren Sie den angezeigten Volumenstrom:

   Zero flow (Z_f)_____LPM.

4. Im SETUP>CALIBRATE Bildschirm stellen Sie den Q_0 Wert gleich dem negativen Null Wert Z_f ein. Testen Sie den Luftstrom nun wie oben beschrieben und stellen Sie sicher dass der angezeigte Messwert nun 0± 0.10 LPM ist.

5. Der Vakuumschlauch der Pumpe muss nun wieder angeschlossen werden.

6. Entfernen Sie den PM_{10} Lufteinlasskopf und legen Sie diesen beiseite.

7. Befestigen Sie den Anschlussadapter für das Volumenstrommessgerät anstelle des PM10 Kopfes. Verbinden Sie das Referenz Volumenstrommessgerät mit dem Schlauchanschlußstutzens des Adapters.

8. Benutzen Sie nun das Referenz Volumenstrommessgerät und notieren Sie den gemessenen Volumenstrom nachdem die Pumpe etwa 5 Minuten gelaufen ist. Gleichzeitig notieren sie auch den vom SPIRANT BAM gemessenen Volumenstrom des TEST>PUMP Bildschirms.

   Audit (Q_a)_____LPM (Aufgenommen von Referenz)

   BAM (Q_b)_____LPM (Aufgenommen vom BAM Bildschirm)

9. Wenn das Referenzgerät in Umgebungsbedingungen anzeigt konvertieren Sie die Anzeige zu Normbedingungen mit folgender Formel:

$Q_s = Q_a * (P_a / T_a) * (298 / 760)$

10. Berechnen Sie C_v und Q_o:

    $C_v = Q_s / Q_b$

    $Q_o = -C_v * Z_f$

11. Stellen Sie die im Schritt 10 ermittelten Werte C_v und Q_o im Kalibrations Einschalt SETUP>CALIBRATE Bildschirm ein.

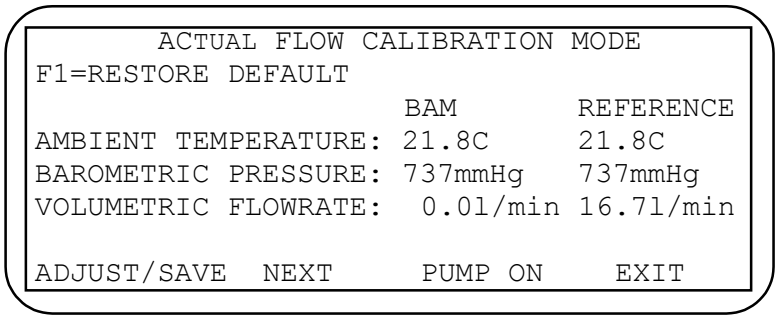
12. Schalten Sie die Pumpe ein und vergleichen Sie die Werte Q_s und Q_b wie im Schritt 8 bis 10 beschrieben. Diese sollten nicht mehr als 1 % voneinander abweichen. Sollte der Abstand größer sein wiederholen Sie bitte von Schritt 1 an.

13. Stellen Sie mit Hilfe des Handregelventils Rückseite des BAM den Volumenstrom so ein, dass die Anzeige 17.5 L/Minute zeigt. Dieser Wert entspricht der Spezifikation des PM-10 Vorabscheiders und ermöglicht eine höhere Filterbeladung bei hoher Staubkonzentration. In manchen Fällen kann dieser Volumenstrom auch direkt auf den Sollwert von 16.7 lpm eingestellt werden. Es ist empfehlenswert sich vom Hersteller beraten zu lassen sollten andere Eingestellungen genutzt werden.

B. Kalibrierung für ACTUAL oder Regelung auf Umgebungsbedingungen erfordert ein Referenz Volumenstrommessgerät mit einem Anschlussadapter ZMM-BX305. Eine vollständige Liste der BAM Optionen finden Sie im Abschnitt 10.3.3. Met

One empfiehlt die BIOS® Messgeräte oder die ZMM-BX307 Option zu kaufen. **Anmerkung:** Dieser Bildschirm ist verfügbar im Test Menü wenn der ACTUAL Parameter im SETUP>CALIBRATE Bildschirm ausgewählt wurde. **Anmerkung**: Ältere Versionen der SPIRANT BAM nutzen den Parameter VOLUMETRIC synonym mit ACTUAL. Das BAM muss außerdem mit einer Volumenstromregelung ZMM-BX
961 ausgestattet sein. Ein Model 592 Temperatur Sensor muss mit dem BAM an der Rückseite an Kanal 6 angeschlossen sein. Siehe die Sensor Anschlüsse in Abbildung 61 des Anhangs F.

Abbildung 37: Volumetric Flow Kalibrier Bildschirm



Um eine Volumenstromkalibrierung ausführen zu können wird ein Referenztemperatur, -Druck und ein -Volumenstrommessgerät gebraucht. Dann folgen Sie den Schritten 1 – 4.

1. Korrigieren Sie zuerst die BAM Umgebungs-Temperatur Messung. Mit Hilfe des Referenz Temperatur Sensors messen sie die Temperatur am PM10 Kopf. Geben Sie die extern gemessene Referenz Temperatur im Feld REFERENCE ein. Drücken Sie auf die ADJUST/SAVE Taste um die BAM Umgebungs-Temperatur zu korrigieren. Die BAM Anzeige soll nun mit dem Referenz Wert übereinstimmen.
2. Drücken Sie die NEXT Taste und wiederholen Sie nun die Schritte von Punkt 1 für den Luftdruck.
3. Nachdem die Temperatur und der Luftdruck korrekt sind entfernen Sie den PM10 Kopf (und sofern installiert auch den PM2.5 SCC) und schließen Sie den Anschlussadapter (ZMM-BX305) mit dem Referenz Volumenstrommessgerät am Probenahmerohr an. Auf dem SPIRANT BAM LCD drücken Sie auf den PUMP ON Schalter. Nachdem sich der Volumenstrom stabilisiert hat (nach 5
Minuten Minimum) vergleichen Sie den angezeigten Volumenstrom mit dem am Probenahmerohr angeschlossenen Referenz Volumenstrommessgerät. Geben Sie den Referenzwert nun in das Referenzfeld ein. Stimmen der BAM Volumenstromwert nicht mit dem Referenzwert überein korrigieren Sie die BAM Messung mit Hilfe der ADJUST/SAVE Taste.
4. Wiederholen Sie Schritt 3 solange bis die Referenzmessung und der BAM Wert um nicht mehr als 1% voneinander abweichen.

6.4 Periodisches Setzen des Luftdurchsatzes per Hand

Dieses Verfahren wird für die BAM's genutzt, die nicht mit einer automatischen Regelung Luftdurchsatzes (BX 961) ausgestattet sind. Diese Geräte haben ein manuell einstellbares Luftdurchsatzventil an der Rückseite des BAM.

1. Messen Sie die Umgebungs-Temperatur in der Nähe des PM_{10} Kopfes um ca. 16:00 Uhr (außerhalb des Gehäuses des SPIRANT BAM). Konvertieren sie den Temperaturmesswert in Kelvin: für Celsius addieren Sie 273.15; für Fahrenheit nehmen Sie (Fahrenheit -32)*.556 + 273.15. Bitte als Temperatur (Temp) speichern.
2. Stellen Sie sicher dass die SPIRANT BAM auf Pumpen Test Mode eingestellt ist und die Pumpe selbst ausgeschaltet ist. Es wird eine Meldung namens *PRESSURE* erscheinen. Dieser Messwert entspricht dem Luftdruck wenn die Pumpe ausgeschaltet ist. Bitte als Druck (Press) speichern.
3. Nun wird ein Volumen Korrektur Wert mit der folgenden Formel berechnet:

   V = (Temp / Press)*62.4

4. Dividiere V durch 24.47 um das Verhältnis des EPA Durchsatz zum Umgebungsdurchsatz zu ermitteln und speichern Sie den Wert als Calnum.
5. Schließen Sie die Bestaubungskammer, schalten Sie die Pumpe ein und für mindestens 10 Minuten warten. Danach dividieren Sie den angezeigten Luftdurchsatzwert durch Calnum.
6. Lokalisieren Sie das Durchsatzventil v1 auf der Rückseite der SPIRANT BAM. Stellen Sie den angezeigten Durchsatzwert auf 17.5/Calnum ein.

   Beispiel:

   1. Temp. = 300 Kelvin
   2. Pressure = 710 mmHg
   3. V = (300/710) * 62.4
      = 26.4
   4. Calnum = 26.4/24.47
      = 1.08
   5. Adjusted flow = 17.5 / 1.08
      = 16.2 LPM

5. Mit Hilfe des Ventils V1 solange den Wert anpassen bis der Wert des Luftdurchsatzes der BAM 16.2 LPM entspricht.

   Wird dieses Verfahren genutzt sollte diese Einstellung bei jedem Wechsel des Filterbandes stattfinden, wenigstens aber alle 2 Monate.

7 INSTRUMENT DIAGNOSE

7.1 Allgemein

Das SPIRANT BAM stellt manuelle Funktionen zur Verfügung welche zur Unterstützung bei der
Fehlersuche helfen einzelne Subsysteme oder Komponenten zu testen.

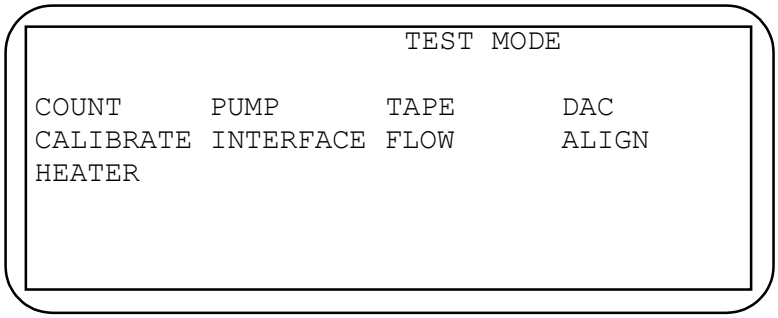
WARNUNG: Test bitte nicht während des normalen Ablaufs durchführen. Sofern das Gerät im Operations- Modus ist würde ein Testablauf den Normalbetrieb unterbrechen. Es ist empfehlenswert vor einem Testlauf die gegenwärtige Messung vollständig abzuwarten bis die Pumpe ausgeschaltet ist die letzte Konzentration angezeigt wird.

7.2 Test Hauptmenü

Über das Test Hauptmenü gelangt man zu 8 verschiedenen Testmöglichkeiten.

Abbildung 38 wird das Test Hauptmenü angezeigt.

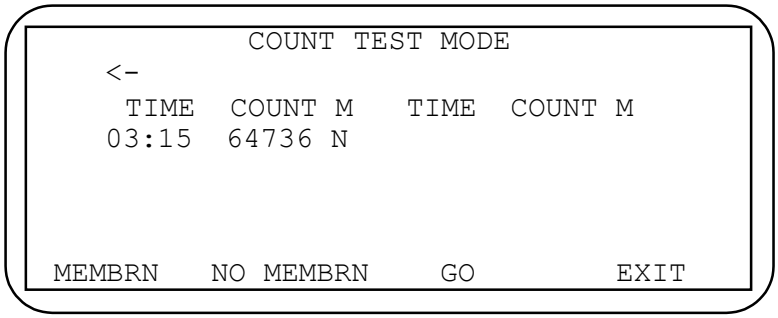
Abbildung 38: Test Menü



7.3 Untermenü „Count Test“ zum Testen der Zählraten

Der Zählraten Test ermöglicht den Detektor und die Beta Quelle separat von allen anderen mechanischen Bewegungen oder Luftdurchflussfunktionen zu testen. Das Zählen kann entweder mit oder ohne Membran durchgeführt werden. Der Benutzer kann mit dem Filterpapier allein oder auch zusätzlich mit der Referenz Membrane testen. Die einzelnen Zählraten werden gespeichert und angezeigt bis zu maximal 6 Messungen dann werden diese wieder überschrieben. Der Zähltest Bildschirm zeigt die Betadetektor Zählrate im sekundentakt während einer Zählperiode (normalerweise 4 Minuten) an. Diese Daten werden nicht gespeichert. Der Referenz Membran kann zwischen den Tests entweder vollständig aus oder eingefahren werden. Das Menü des Zählraten Tests wird in Abbildung 39 gezeigt.

Abbildung 39: Der Count Test Bildschirm



<- zeigt an Membran ausgefahren.

-> zeigt an Membran eingefahren.

TIME Gibt die Startzeit des Tests an.

COUNT Nennt die Gesamtzählrate einer Messung während einer 4 Minuten Periode an.

Y oder **N** Zeigt an Membran war eingefahren (Y) oder die Membran war nicht eingefahren (N).

MEMBRN Referenz Membran einfahren.

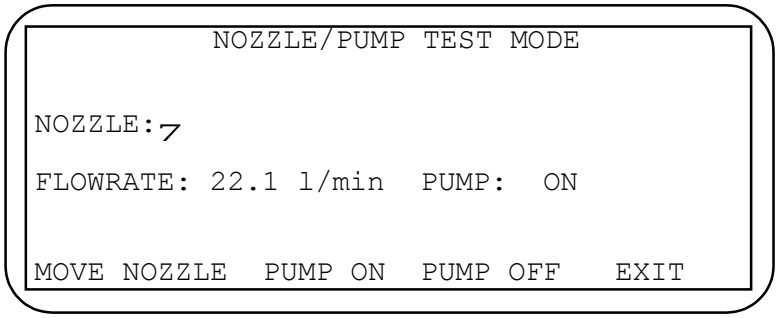
NO MEMBRN Referenz Membran ausfahren.

GO Startet den Zähltest unmittelbar. Am Ende der Periode hält der Zähler an. Der Benutzer muss entscheiden ob er eine neue Zähl Periode beginnen möchte oder nicht.

7.4 Untermenü „Pump“ zum Testen der Pumpe und der Bestaubungskammer

Dieser Test untersucht die Komponenten des Luftdurchfluss Systems. Der Pump Test Bildschirm ist in Abbildung 40 zu sehen.

Abbildung 40: Der Pump Test Bildschirm



NOZZLE: Bestaubungskammer Status; offen (5) oder geschlossen (6).

PUMP: Pumpen Status; ON oder OFF.

FLOWRATE: Volumenstrom Wert wird angezeigt in Liter/Minute.

MOVE NOZZLE Diese Funktionstaste bewegt die Bestaubungskammer nach oben oder unten. Dieser Test erlaubt eine ordnungsgemäße Bestaubungskammer Bewegung. Die gesamte Ablaufzeit ist ca. 5 Sekunden. Ist die Pumpe eingeschaltet kann die Funktion nicht durchgeführt werden.

PUMP ON Diese Funktion wird die Bestaubungskammer nach unten bewegen und die Vakuum Pumpe einschalten.

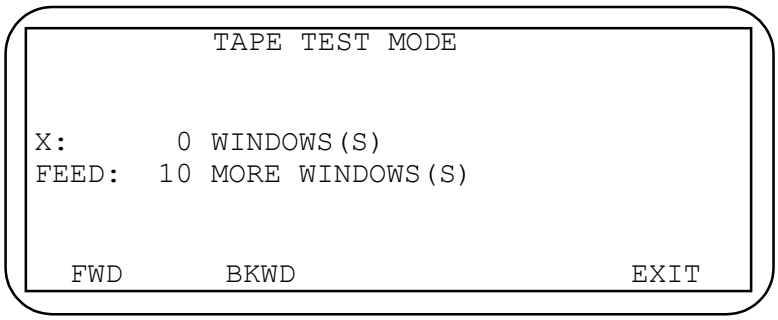
PUMP OFF Diese Funktion wird die Pumpe ausschalten.

7.5 Untermenü „Tape“ zum Testen des Filterbandtransports

Die Filterbandbewegungs- Tests erlauben eine halbautomatische Steuerung des Filterbandtransportes, entweder vor- oder rückwärts, in definierten 12.5 mm Schritten („windows“). Der Tape Bildschirm ist in Abbildung 41 angezeigt.

.

Abbildung 41: Der Tape Test Bildschirm



X: Zeigt die Anzahl der Schritte an die sich der Transport bewegt hat. Die Rückwärts Bewegungen werden als negative Zahl angegeben (-).

FEED: Ein einstellbarer Wert der zu bewegenden Anzahl von Schritten. Nutzen sie die Pfeiltasten um den Wert innerhalb der Spanne 1-10 zu ändern.

FWD Diese Funktion bewegt das Filterband vor um die FEED Anzahl der Fenster.

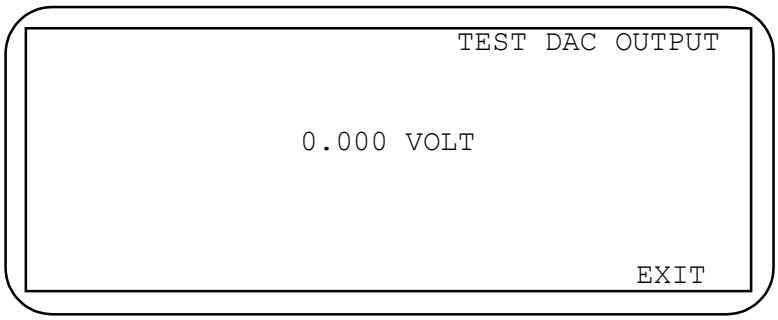
BWD Diese Funktion bewegt das Filterband zurück um die FEED Anzahl der Fenster.

7.6 Untermenü „DAC“ zum Testen das Analogausgangs

Der DAC Test ermöglicht einen einfachen Weg die Konvertierungselektronik von digital auf analog zu prüfen. Darüber hinaus wird die korrekte Einstellung des angeschlossenen Datenaufzeichnungsgerätes geprüft. Am Bildschirm wird eine über die Tastatur einstellbare Spannung angezeigt welche der DAC nun auf der Rückseite über den Analogausgang ausgibt.

Anmerkung: Mit den Pfeiltasten kann man die Werte ändern. Up/Dn ändert die Spannung in Millivolt Schritten. Die linke Pfeiltaste stellt die Ausgabe auf Null. Die rechte Pfeiltaste stellt die Ausgabe auf Vollausschlag. Die DAC Test Bildschirm wird in Abbildung 42 angezeigt.

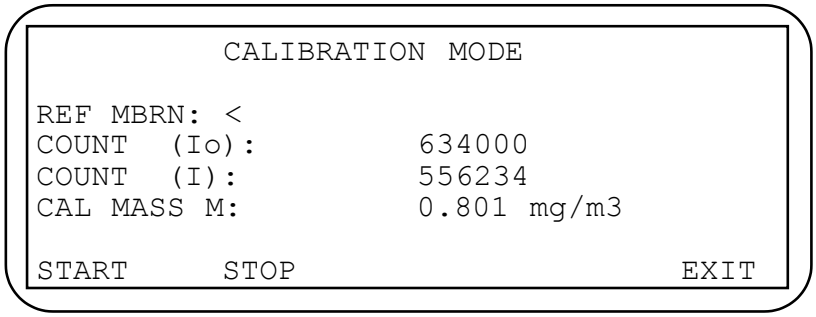
Abbildung 42: Der DAC Test Bildschirm



7.7 Untermenü „Calibrate“ zum Testen der Referenzmembran Kalibrierung

Der Kalibrier Test Mode ermöglicht dem Benutzer eine Überprüfung der Referenz Membran Berechnung durchzuführen die automatisch während jeder Sammelperiode durchgeführt wird. Der gleiche Test kann auch im Zähl Test Menü ausgeführt werden dann jedoch ohne die Massen Dichte Berechnung. Der Kalibrier Test zeigt 2 Betazählraten an, eine mit und eine ohne Referenz Membran. Jedes SPIRANT BAM hat eine individuell gewogene Referenz Membran. Dieser Wert ist im Anhang B als der ABS Wert angegeben. Der berechnete Wert dieses Verfahrens sollte nicht mehr als 5 % vom ABS Wert im Anhang B abweichen. Der hier berechnete Wert wird nicht gespeichert. Die Gesamtlaufzeit ist ca. 8.1 Minuten. Das Kalibrier Test Menü ist in Abbildung 43 angezeigt.

Abbildung 43: Kalibrier Test Menü



REF MBRN (Referenz Membrane)

- <- Zeigt eine ausgefahrene Referenz Membrane an.
- -> Gibt an dass die Membran sich im Messvolumen befindet.

COUNT (I_0)

Angabe der Gesamtzählrate des Filterflecks während einer 4 Minuten Messung.

COUNT (I)

Angabe der Gesamtzählrate desselben Filterfleckes einer 4 Minuten Messung aber mit einer installierten Membran.

CAL MASS M (Calibration Mass)

Berechneter Wert der Membran basierend auf gemessenen Zählraten.

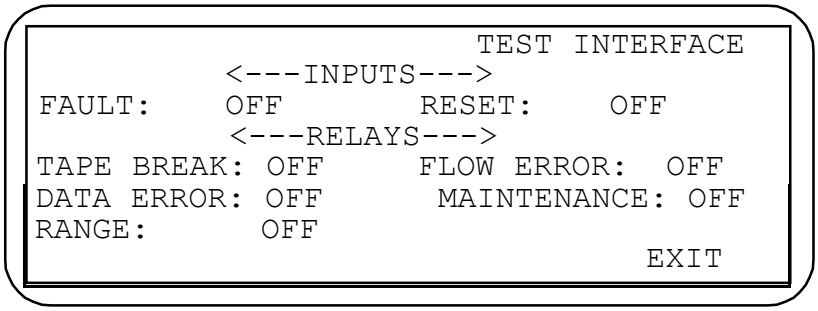
START

Startet den Kalibrierungs- Zyklus, die Messung wird unmittelbar beginnen. Nach 4 Minuten Zählen von I_0 wird die Membran eingefahren und die Zählung von I wird gestartet. Am Ende des Zyklus wird das Zählen angehalten und die Massendichte der Membran berechnet.

7.8 Untermenü „Interface“ zum Testen der digitalen Ein/Ausgänge

Die Ein/Ausgänge können mit Hilfe der in Abbildung 7 gezeigten Funktionen getestet werden.

Abbildung 44: Der Test Interface Bildschirm



FAULT

Zeigt den Wert des TELEMETRY FAULT Eingangs an, OFF ist normal.

RESET

Zeigt den Wert des EXTERNAL RESET an, OFF ist normal.

TAPE BREAK

Testet das TAPE BREAK Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

FLOW ERROR

Testet das FLOW ERROR Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

DATA ERROR

Testet das DATA ERROR Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

MAINTENANCE

Testet das MAINTANANCE Relais, welches durch die Bewegung der „Up“ Pfeiltaste aktiviert werden kann. Wenn man den Bildschirm wieder verlässt wird das Relais ausgeschaltet.

RANGE

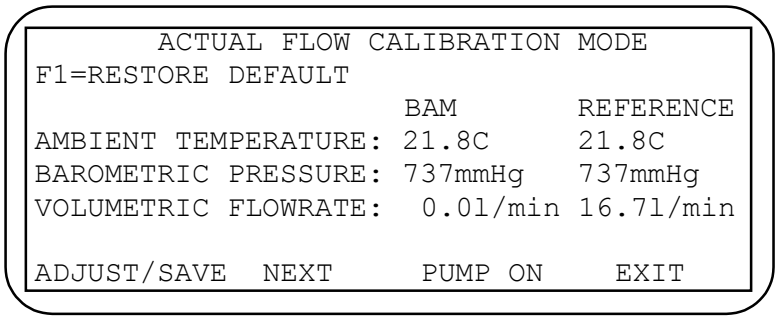
Wird für die SPIRANT BAM Geräte nicht genutzt.

7.9 Untermenü „Flow“ zur Kalibrierung des Volumenstroms

Dieser Bildschirm wird genutzt zur Überprüfung und Kalibrierung des Luftvolumenstroms des SPIRANT BAM. Das BAM kann Temperatur, Druck und Volumenstrommessungen von externen Prüfgeräten zur Kalibrierung verwenden. Der Volumenstrom Kalibrierungs-Bildschirm wird in Abbildung 45 gezeigt.

Anmerkung: Dieser Bildschirm steht im Testmenü zur Verfügung wenn die Volumenstromart aus dem SETUP>CALIBRATE Bildschirm gewählt wurde. Die BAM muss mit einer Volumenstrom Hardware ZMM-BX961 ausgestattet sein. Ein Model 592 Temperatur Sensor muss mit dem Kanal 6 auf der Rückseite verbunden sein. Sehen Sie die Abbildung
61 im Anhang F zu dem Sensoranschluss.

Abbildung 45: Volumetric Flow Calibration Bildschirm



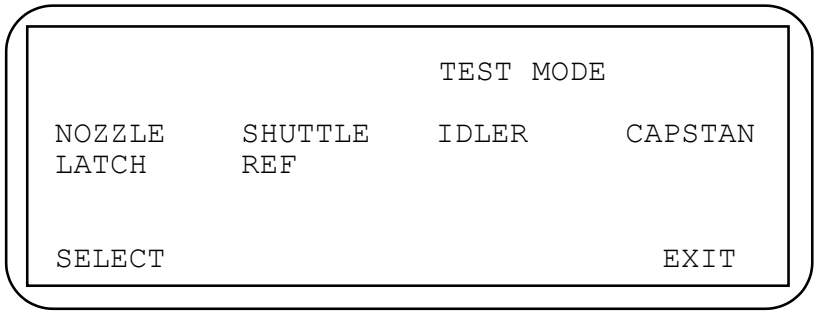
Um eine Volumenstromprüfung ausführen zu können wird ein Referenztemperatur-, Druck- und ein Volumenstrommessgerät gebraucht. Dann folgen Sie den Schritten 1 – 4.
.

1. Korrigieren Sie zuerst die BAM Umgebungs-Temperatur Messung. Mit Hilfe des Referenz Temperatursensors messen sie die Temperatur am PM10 Kopf. Geben Sie die extern gemessene Referenz Temperatur im REFERENCE Feld ein. Drücken Sie auf die ADJUST/SAVE Taste um die BAM Umgebungs-Temperatur zu korrigieren. Der BAM soll nun mit dem Referenz Wert übereinstimmen
2. Drücken Sie die NEXT Taste und wiederholen Sie die Schritte von Punkt 1 um den Luftdruck zu ermitteln
3. Nachdem der Temperatur und der Luftdrucksensor korrekt eingestellt ist entfernen Sie den PM10 Kopf (und sofern installiert auch den PM2.5 SCC) und verbinden Sie den Anschlussadapter (ZMM-BX305) mit dem Referenz Volumenstrommessgerät und setzen Sie den Adapter auf das Probenahmerohr. Auf dem SPIRANT BAM LCD drücken Sie nun auf den PUMP ON Schalter. Nachdem sich die Volumenstromrate stabilisiert hat (nach 5 Minuten Minimum) vergleichen Sie die gemessene Volumenstromrate
   mit dem am SPIRANT BAM angeschlossenen Referenz Volumenstrommessgerät. Geben Sie den Referenzmesswert in das Referenzfeld ein. Stimmt der BAM Volumenstrom Wert nicht mit dem Referenz Wert überein korrigieren Sie die BAM Messung mit Hilfe der ADJUST/SAVE Taste.
4. Wiederholen Sie Schritt 3 solange bis die Referenz Volumenstrommessung vom BAM Volumenstrom um nicht mehr als 1% abweicht.

7.10 Untermenü „ALIGN“ zum Testen aller Motorbewegungen

Dieser Bildschirm wird zur Überprüfung des Filterbandtransportes, der Referenz Membran und des Bestaubungskammer Mechanismus des BAM- 1020 genutzt. Das Abgleich/Test Mode Menü ist in Abbildung 46 zu sehen.

Abbildung 46: Das Alignment Test Menü



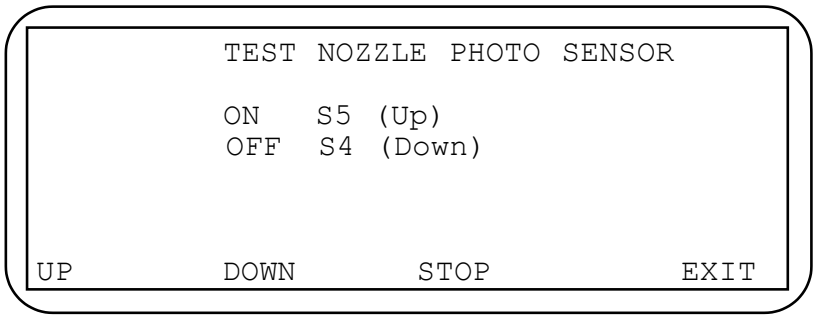
Dieses ist das Hauptmenü des „Alignment“ Test Modus. Es verzweigt in 6 verschiedene individuelle Testmenüs, welche die SPIRANT BAM Motorbewegungen und die jeweils zugehörigen Photosensoren testen. Diese Tests werden zwar hauptsächlich vom Werk für die mechanischen Einstellungen der BAM Geräte genutzt. Sie können aber auch hilfreich bei der Fehlersuche sein.

ANMERKUNG: Diese Tests haben keine automatische Motorabschaltung oder Fehlermeldungen. Um einen Filterbandriss zu vermeiden sollte man es entfernen.

TEST BESTAUBUNGSKAMMER PHOTO SENSOR - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bestaubungskammer Photo Sensor Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung sehen 47.

Abbildung 47: Test der Bestaubungskammer Photosensoren

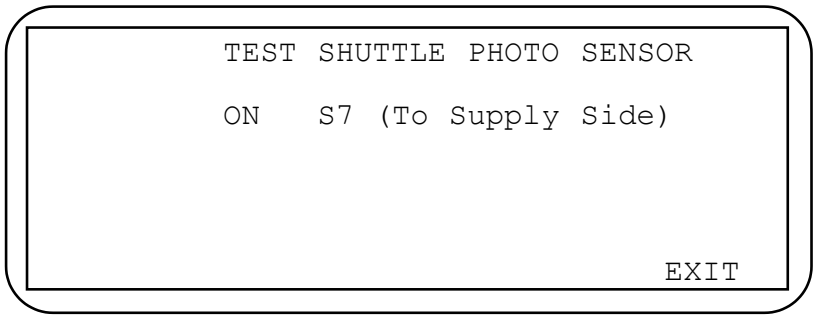


Dieser Test erlaubt dem Benutzer mit den Tasten ‘Up’ und ‘Down’ den Bestaubungskammermotor einzuschalten und die Sensoren S4 und S5 zu testen.

TEST SHUTTLE PHOTO SENSOR – FABRIK DIAGNOSE

Der Test Shuttle Photo Sensor Fabrik Diagnose Bildschirm ist Abbildung 48 zu sehen.

Abbildung 48: Test des Shuttle Photosensor

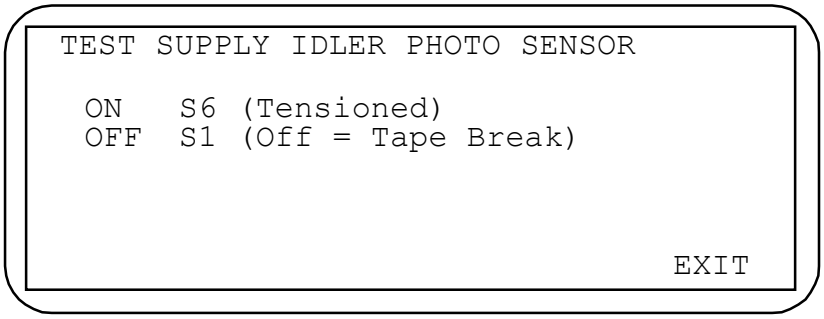


Dieser Test erlaubt dem Benutzer den Filterbandtansport „Shuttle“ Sensor durch die Anzeige des S7 Ausgangs zu testen. Hier gibt es keine Motorsteuerung, für diesen Test muss man den Shuttle an den Transportrollen manuell bewegen.

TEST DES PHOTOSENSORS DER VORRATSSPANNROLLE - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bildschirm ist in Abbildung 49 gezeigt.

Abbildung 49: Test des Photosensors der Vorratsspannrolle

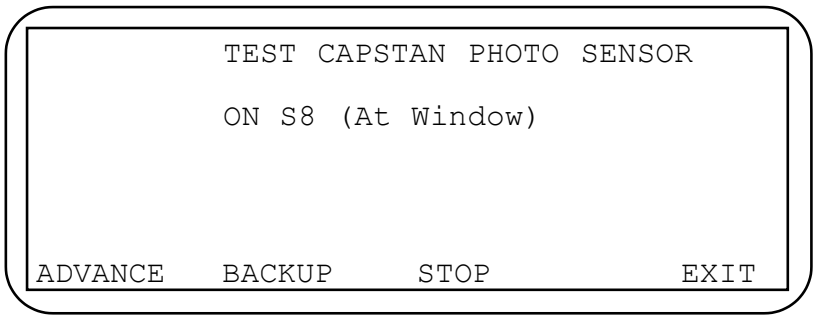


Mit diesem Test kann man den Sensor der Vorratsspannrolle manuell testen indem man die Vorratsspannrolle vorsichtig hin und herbewegt.

TEST DES PHOTOSENSORS DER TRANSPORTWALZE - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test zugehörige Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung 50 gezeigt.

Abbildung 50: Test des Photosensors der Transportwalze

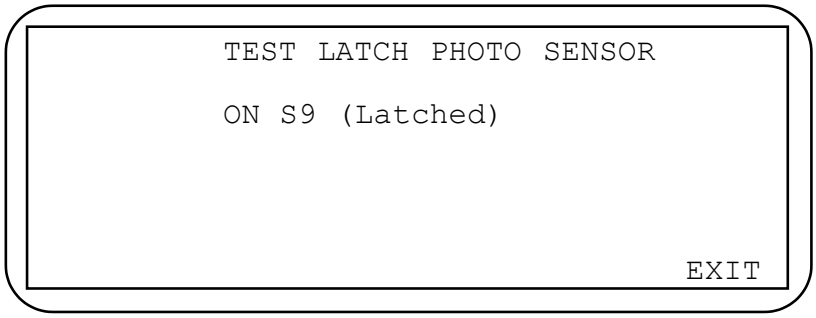


Mit diesem Test wird die Transportwalze die die Bewegung des Bandes kontrolliert geprüft, ohne dass die Motoren der Vorratsrolle und der Aufwickelrolle arbeiten. Mit der Tastatursteuerung ist ein Transport in beide Richtungen ist möglich.

TEST DES SICHERUNGSHEBEL PHOTOSENSORS - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Sicherungshebel Photosensor Factory Diagnostik Bildschirm ist in Abbildung 51 gezeigt.

Abbildung 51: Test des Sicherungshebel Photosensors

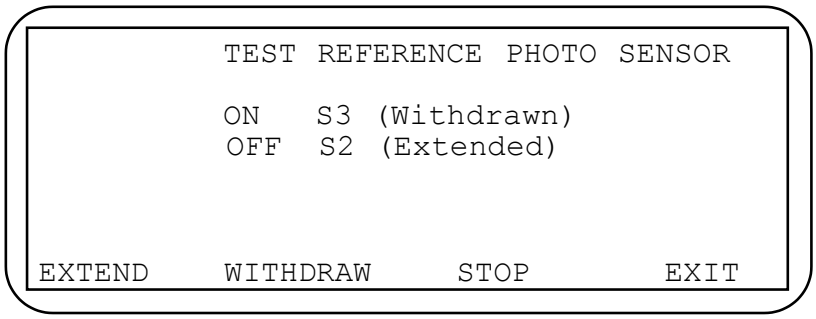


Bei diesem Test müssen Sie die Gummitransportwalzen anheben und mit dem Sicherungshebel arretieren. Der Schaltzustand sollte sich dann wie in Abb. 51 in (on) ändern. Wenn sie den Hebel wieder öffnen sollte off angezeigt werden.

TEST DES SENSORS DER REFERENZMEMBRAN - FACTORY DIAGNOSTIC

Der Test Bildschirm ist in Abbildung 52 gezeigt.

Abbildung 52: Test des Sensors der Referenz Membran



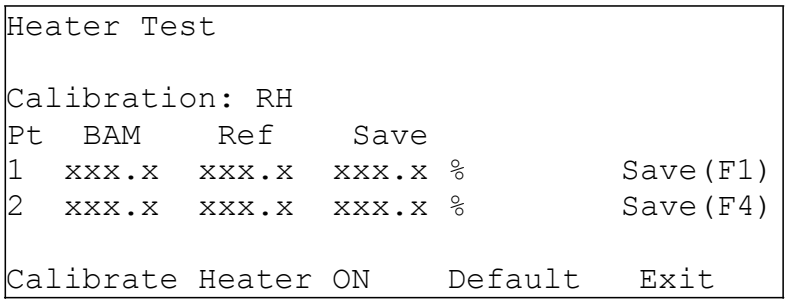
Mit diesem Test werden die Extended' und 'Withdrawn' Membransensoren durch die Aktivierung des nun tastaturgesteuerten Referenz Membran Motor überprüft.
EXTEND wird versuchen die Referenz Membran soweit wie möglich einzufahren.
WITHDRAW wird versuchen die Referenz Membran soweit wie möglich zurückzuziehen.
STOP schaltet den Motor aus.

7.11 Untermenü „HEATER" zum Testen der Probenahmeheizung

Dieser Test überprüft die Filter RH und die Filtertemperatur Sensoren der Smart Probenahmeheizung (ZMM-BX827/ZMM-BX830).

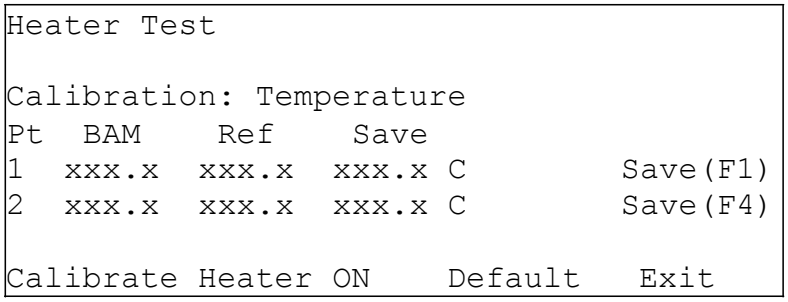
Das HEATER Menü ist in Abbildung 53 abgebildet.

Abbildung 53: Der HEATER Bildschirm - RH


Heater Test
Calibration: RH
Pt BAM Ref Save
1 xxx.x xxx.x xxx.x % Save(F1)
2 xxx.x xxx.x xxx.x % Save(F4)
Calibrate Heater ON Default Exit

Dieser Bildschirm ist zur Kontrolle und Einstellung des Filter RH Sensors. Der Bildschirm für den Filtertemperatursensor ist unten gezeigt.

Abbildung 54: Der HEATER Bildschirm - Temperatur


Heater Test
Calibration: Temperature
Pt BAM Ref Save
1 xxx.x xxx.x xxx.x C Save(F1)
2 xxx.x xxx.x xxx.x C Save(F4)
Calibrate Heater ON Default Exit

Diese Bildschirme werden zur Kontrolle und Kalibrierung der Filter Sensoren genutzt.

Calibration: Wähle den Sensor zur Kalibrierung (RH oder Temperatur) mit den Pfeiltasten aus.

PT: Abkürzung für Punkt. Jeder Sensor kann an zwei Punkten kalibriert werden.

BAM: Dies ist der aktuell gemessene Wert der vom SPIRANT BAM für den ausgewählten Sensor gemessen wurde.

Ref: In dieses Feld wird der gemessene Referenz Wert eingegeben um den ausgewählten Sensors zu kalibrieren.

Save: Hier werden die Messwerte der Referenz und des BAM gespeichert um später die neue Steigung der Kalibriergeraden berechnen zu können. Der Speicherbefehl wird durch die F1 oder F4 Taste gegeben.

Calibrate: Wenn 1 oder 2 Punkte eingegeben und gespeichert wurden, re-kalibriert dieser Befehl die Sensoren entsprechend des durch den Benutzer eingegebenen Referenz Wertes.

Heater ON: Mit diesem Befehl wird der die Heizung eingeschaltet um die korrekte Funktion zu überprüfen.

Default: Mit diesem Befehl werden die Fabrik Einstellungen der gewählten Sensoren wiederhergestellt.

Sensorüberprüfung – Entfernen Sie das Probenahmerohr vom SPIRANT BAM Lufteinlass. Schalten sie die Pumpe im TEST/PUMP Bildschirm für ca. 10 Minuten an. Hiermit werden die interne Temperatur und die relative Feuchte RH mit der Gehaeusetemperatur und Feuchte ausgeglichen. Nutzen Sie das Referenzmessgerät um sicherzustellen dass die Messungen mit den Spezifikationen übereinstimmen. Die Temperatur sollte nicht mehr als 1 Grad von der Referenz abweichen. Die RH sollte nicht mehr als 5 % von der Referenz abweichen.

Calibrate – Die Sensoren müssen hierzu ausgebaut werden. Beginnen Sie mit dem Entfernen der 12 Schrauben der Abdeckung oben und an der Seite der SPIRANT BAM. Als nächstes entfernen Sie das schwarze Kupplungsstück mit den 3 separaten Anschlüssen in dem sich die Sensoren befinden aus der Vakuumleitung. (Die Verbindung ist auf der Rückseite des Transportteils zwischen den 2 schwarzen Motoren) Zum Ausbau muss man auf den Haltering der Vakuumkupplung drücken und dann das Kupplungsstück aus der Kupplung herausziehen. Dies ist dasselbe Prinzip wie der Anschluss der vakuumleitung der pumpe auf der Rückseite des SPIRANT BAM. Sobald die Sensoren ausgebaut sind können sie entsprechend der Kalibrierprozedur neu kalibriert werden.

Ecotechempfiehlt eine Einzelpunkt Kalibrierung für den RH Sensor durch den Vergleich des SPIRANT BAM Wertes mit einer Referenzmessung. Geben Sie den Referenz Wert in Zeile
1 „Ref value“ ein, speichern (F1) und kalibrieren Sie. Ecotechempfiehlt dann eine 2 Punkt Kalibrierung für den Temperatur Sensor. Vergleichen Sie den Referenzmesswert mit dem Wert des SPIRANT BAM Sensors bei Zimmertemperatur. Nach einer Äquilibrierungs Periode tragen Sie den Referenz Wert in Zeile 1 im „Ref“ Feld ein und speichern. Legen Sie nun den Referenz Sensor und den SPIRANT BAM Sensor in Eiswasser. Danach tragen Sie den Eiswasser Referenzwert im „Ref“ Feld der Zeile 2 ein, speichern und kalibrieren Sie.

8 KOMMUNIKATION

8.1 Analog Ausgabe

Der analog Ausgang des SPIRANT BAM ist einstellbar entweder für optisch entkoppelten Spannungsausgang (0-1 Vdc oder 0-10 Vdc) oder für optisch entkoppelten Ausgangsstrom (4-20 oder 0-16 mA). Auf der Rückseite kann man die Einstellungen mit einem Schiebeschalter vornehmen. Der Vollausschlagswert für beide Ausgangseinstellungen wird bestimmt durch den im INTERFACE SETUP Bildschirm eingestellten Messbereich.

SW1 OFF = 0-1 Vdc
SW1 ON = 0-10 Vdc

SW2 OFF = 0-16 mA
SW2 ON = 4-20 mA

Anmerkung: SW3 und SW4 werden nicht gebraucht.

Fehlermeldung, Analoge Ausgabe

In manchen Fällen ist es wünschenswert die Fehlermeldung unmittelbar am Ausgabekanal zu sehen. Diese Art der der Fehlerindikation wird genutzt wenn die Datenaufzeichnung auf nur einen Spannungskanal limitiert ist. Wird einer der ausgewählten Fehler im Gerät registriert wird der Konzentrationsausgang auf Vollausschlag eingestellt. Die Fehler die auf diese weise gemeldet werden können über eine Liste eingestellt werden Siehe Abschnitt 4.16. Tritt ein Fehler auf, geht zwar das Analogausgangssignal auf Vollausschlag aber der digitale Messwert bleibt unverändert und kann zu einem späteren Zeitpunkt über die Anzeige oder die RS-232 Verbindung abgerufen werden.

8.2 Fernsteuer- und Fehlerrelais

Auf der Rückseite des SPIRANT BAM findet man zusätzlich Anschlüsse für die Fernsteuerung und verschiedene Fehlerrelais. Hiermit lässt sich eine Fernsteuerung optimal gestalten. Das SPIRANT BAM kann auf einem synchronen Weg mit externen Datenerfassungsgeräten genutzt werden. Typischerweise wird das Datenerfassungsgerät einen Kontakt zur Verfügung stellen der am Anfang der Stunde einen neuen Messzyklus beginnt. Für die Meldung und Aufzeichnung stehen mit dem SPIRANT BAM fünf Relais zur Verfügung:

1. Filterbandriss/Störung
2. Volumenstrom Fehler
3. Daten Fehler
4. Wartungsfehler/Meldung
5. Stromausfall

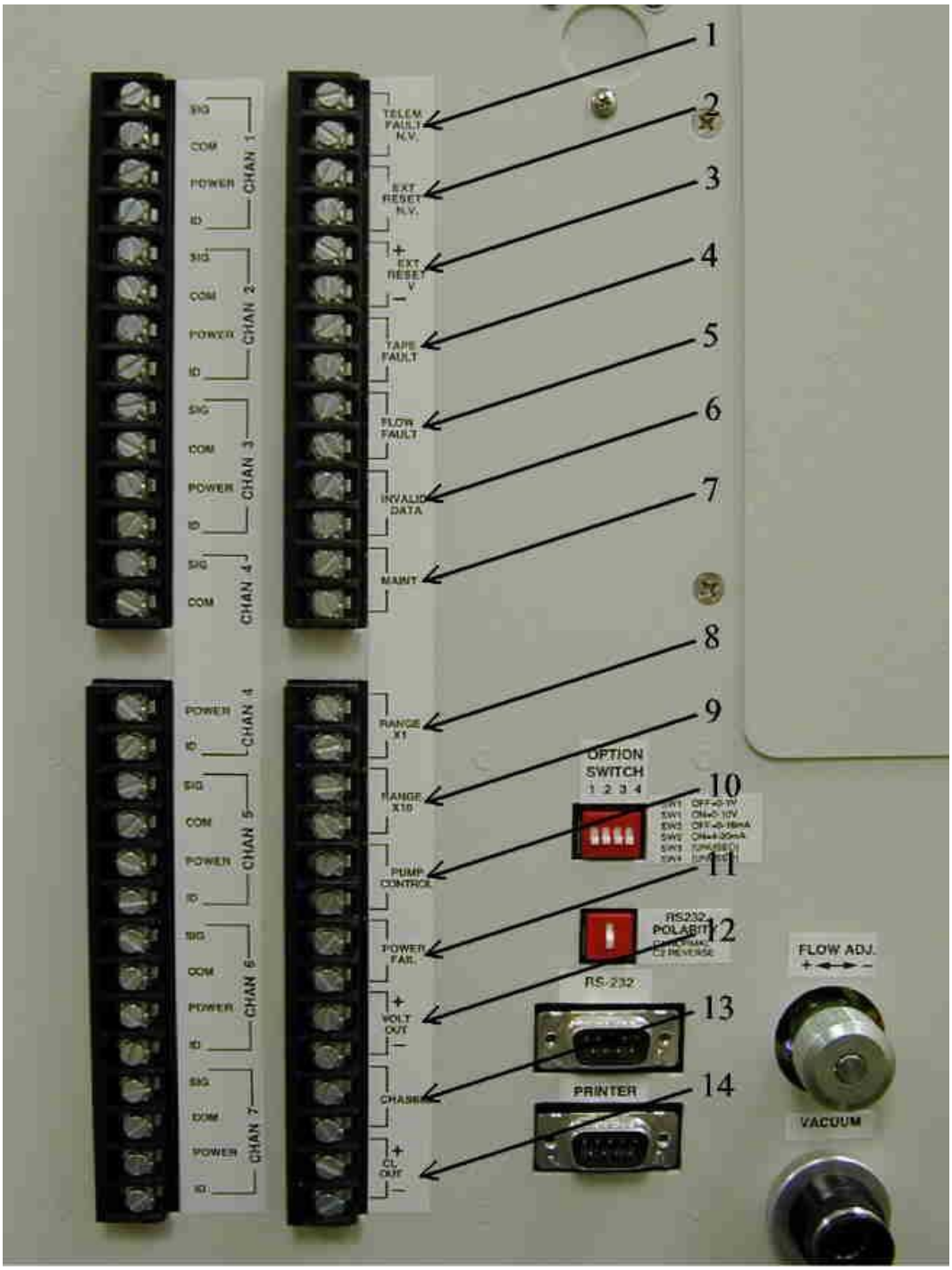
Wenn es während eines Messzyklus zu einem Fehler kommt, wird folgendes passieren:

1. Fehlermeldung wird gedruckt
2. Das betroffene Fehlerrelais wird aktiviert (geschlossen).

3. ERROR wird blinkend in der Status Zeile des LCD Bildschirms angezeigt.
4. Der analoge Ausgang wird auf Vollausschlag gesetzt (Siehe Abschnitt 4.16).

ANMERKUNG: Die Fehlermeldungen werden zu jeder vollen Stunde oder aber wenn der Messzyklus unterbrochen wird zurückgesetzt.

Abbildung 55: Anschlussverbindungen zur Fernsteuerung



1. TELEM FAULT NV (Fernsteuer Störung, Schaltkontakt)
   Das Störungseingangssignal deutet darauf hin dass das Fernsteuerungs- System nicht funktioniert. Das Gerät wird mit der internen Uhr weitermessen. Der Eingang ist

ein Schaltkontakt. Die Polarität des Signals (schließen oder öffnen) kann im SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**. eingestellt werden. Liegt eine Fernsteuerungsstörung vor, wird das Gerät eine Fehlermeldung speichern, der Ablauf und die Datenerfassung werden fortgesetzt. Die Statusanzeige wird auf den Fehler hinweisen. Diese Störung führt zur Aktivierung des Daten Fehler Relais. Dazu muss das Fehlersignal für mindestens 2 Sekunden angelegen haben.

2. EXT RESET NV (Externer Messzyklusstart, Schaltkontakt)
3. EXT RESET V (Externer Messzyklusstart, Spannungseingang)

   Das SPIRANT BAM akzeptiert ein externes Startsignal für den Messzyklus. Es gibt 2 verschiedene Eingänge verfügbar auf der Rückseite: Spannung oder Schaltkontakt. Das Startsignal muss für mind. 2 Sekunden anliegen. Die Polarität des Signals kann im SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**. eingestellt werden. Auch in Abschnitt 4.18 wird das Startsignal beschrieben.

4. TAPE FAULT (Relais, normal offen)

   Weist auf einen Filterbandfehler hin, wie z.b. ein gerissenes Band, Band Spannung, oder ein Transportwalzenfehler.

5. FLOW FAULT (Relais, normal offen)

   Weist auf darauf hin dass der Luftdurchfluss außerhalb der eingestellten Grenzwerte ist. Diese Begrenzungen werden im ERRORS Bildschirm of Abschnitt **4.16** eingestellt.

6. INVALID DATA (Relais, normal offen)

   Wird aktiviert wenn: der Druckverlust größer als 460 mm-Hg (300 Torr) ist.

7. MAINT (Relais, Wartung)

   Ein normal offener Schaltkontakt wird aktiviert wenn der Messzyklus beendet oder das Gerät im SETUP, TEST oder TAPE Bildschirm ist. Das Relais wird auch aktiviert wenn das FORCE MAINT Feld eingeschaltet ist. (Siehe SETUP>INTERFACE Bildschirm, Abschnitt **4.18**).

8. RANGE X1

   Das Messbereichs Relais zeigt an das sich das Gerät im in SETUP>INTERFACE Bildschirm eingestellten Messbereich befindet; dieses Mesbereichsrelais kann nur den normalen Messbereich von 0-1.000-mg/m3 anzeigen. Wenn die Messbereichseinstellung einen anderen wert hat wird das X10 Relais aktiviert. Diese Funktion dient dazu eine korrekte Einstellung des Messbereiches entsprechend der US EPA Eignung sicherzustellen.

9. RANGE X10

Das Messbereichs Relais X10 zeigt an das sich das Gerät in einem anderen Messbereich als 0-1.000 mg/m^3 befindet. Mit einer speziellen Firmwareversion kann hier auch eine Messbereichsumschaltung angezeigt werden.

10. PUMP CONTROL

Anschluss der Signalleitung zur Steuerung der Vakuumpumpe.

11. POWER FAIL (Stromausfall, Schaltkontakt)

Wenn die +5V Versorgung unter einen definierten Wert fällt wird der Schaltkontakt geschlossen. Der Kontakt wird geöffnet sobald das Gerät eingeschaltet wird. Kommt es zu einer Störung wird die Verbindung wieder geschlossen.

12. VOLT OUT

Siehe Abschnitt 8 für Optionen und Details.

13. CHASSIS

Erdanschlüsse

14. CL OUT (CURRENT LOOP OUT)

Siehe Abschnitt 8 für Optionen und Details.

8.3 RS-232 Datenübertragung

Drucker, Computer und Modems können mit der RS-232 verbunden werden.

Serielle Schnittstelle #1 kümmert sich um den Datentransfer und um den Operationsstatus. Diese Schnittstelle wird häufig genutzt zur Fernbedienung. Zur Erleichterung gibt es einen Schalter für die Modem- oder Computerauswahl. Der Schalter und die Verbindungen sind auf der Rückseite zu finden. Aufgenommene Daten können abgerufen werden durch den RS-232 Seriellen Anschluss für die Nutzung mit einem PC (Abschnitt 8.4), einem Daten Transfer Modul (Abschnitt 8.7), oder einem Modem (Abschnitt 8.5).

Serielle Schnittstelle #2 ist lediglich zur Ausgabe gedacht und kann mit einem Seriellen Drucker oder einem Computer genutzt werden. Die Ausgabe kann entweder als Datum, Uhrzeit und Messdaten oder in eines von drei Diagnose Ausgabeformaten (siehe Anhang D, Befehl a) gesetzt werden.

Software Pakete zur RS232 Datenaufzeichnung sind z.B. AutoMet Report, Air Plus und MicroMet Plus.

Das SPIRANT BAM kann auch mit einfacher Monitor Software genutzt werden, um entweder Daten abzurufen, oder die Stationsparameter zu setzen. Spezielle Kommunikations- Funktionen beinhalten das Setzen des Datums und der Uhrzeit, das Löschen des BAM-
1020 Speichers, binäres Herunterladen von Daten, und die Fähigkeit die momentanen Einstellungen des SPIRANT BAM anzuzeigen. Jede einfache PC-Verbindung oder Terminal- Programm kann zur Systemanzeige oder zum Sammeln von aufgezeichneten Daten genutzt werden.
Zugang zum SPIRANT BAM ist eine einfache durch Menüs gesteuerte Schnittstelle. Durch das Menü können Reports direkt in ASCII Form angezeigt werden. Siehe auch Abschnitt 8.6 für Details über die Menü-Führung. Um die RS-232 Verbindung mit dem SPIRANT BAM zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste bis die Anzeige „*“ der Befehlseingabe erscheint. Falls das Sternzeichen nicht erscheint prüfen Sie die Verbindungskabel und die Einstellungen der RS232 Schnittstellen.

Anmerkung: Der LCD Bildschirm des SPIRANT BAM wird nicht funktionieren wenn die Kommunikation über die RS-232 Schnittstelle aktiv ist. Wenn der Benutzer das SPIRANT BAM lokal nutzt und die Anzeige befindet sich in einem der Untermenüs, die RS-232 Schnittstelle ist inaktiv. Das heißt, das SPIRANT BAM sollte immer auf dem Hauptmenü bleiben, wenn eine RS-232 Kommunikation erwartet wird

ANMERKUNG: Es gibt keinerlei Kommunikation zwischen dem PC und dem BAM-1020 bis das Hauptmenu angezeigt wird

8.4 Direkte Verbindung zum PC

Das SPIRANT BAM kann leicht mit einem Standard PC verbunden werden, der freie RS-232 Schnittstellen (COM1 to COM4) zur Datenkommunikation hat. Verbinden Sie einfach den RS-232 Ausgang des SPIRANT BAM mit dem RS-232 Datenkabel auf den neunpoligen Stecker der RS-232 COM Schnittstelle des Computers. Wenn der Computer noch ältere 25 polige Stecker hat, verwenden Sie einen 9 auf 25-poligen Adapter.

ANMERKUNG: SPIRANT BAM braucht 9600 Baud, 8 bit, no parity, one Stopp bit (9600 8N1).

VORSICHT—Verwechseln Sie nicht den parallelen Druckerausgang oder Video Anschluss-verbindungen des Computers mit der RS-232 Schnittstelle. Wenn sie mit diesen verbinden können Sie Ihren Computer oder angeschlossene Geräte beschädigen. Im Zweifelsfall sehen Sie im Handbuch des Computers nach oder fragen Sie Ihren Computerlieferanten bevor Sie irgendwelche Verbindungen machen.

Um die RS-232 Verbindung zum SPIRANT BAM zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste in Ihrem Terminal Programm bis das SPIRANT BAM mit dem Sternzeichen „*“ antwortet. Wenn nicht überprüfen Sie die Anschlußkabel und die Einstellungen Ihrer Datenübertragungs- verbindung. Wenn Sie immer noch nicht mit dem Gerät kommunizieren können, schalten Sie den Schiebeschalter auf der Geräterückseite in die andere Schaltposition. (Schalter ist direkt neben der Schnittstelle oberhalb des 9 poligen Anschlusses).

8.5 Verbindung mit einem Modem

Schließen Sie das Ecotech Modem and Serienanschluss #1 and. Anmerkung: der Polarieteten Schalter muss korrekt eingeschaltet sein. Kommt die Kommunikation nicht zustande verändern Sie die Position des Schalters. Um eine zuverlässige Kommunikation zu gewährleisten ist es sehr empfehlenswert das Ecotech Modem so zu nutzen wie es gedacht ist.

Wenn Sie eines der Ecotech Datenaufzeichnungsprogramme wie z.B. MicroMet Plus oder MicroMet AQ nutzen brauchen Sie nur die Telefonnummer des Aufstellungsortes in dem Einschalt Menü des Programms eintragen. Es steht eine benutzerfreundliche grafische Windows Oberfläche für die Kommunikation und Datenerfassung der SPIRANT BAM zur Verfügung. Es können auch mehrere Telefonnummern eingegeben werden um mit verschiedenen Orten zu kommunizieren.

Wenn Sie mit einem Terminal Programm wie z.B. Windows 3.1X TERMINAL kommunizieren oder Sie nutzen das WIN95 Programm HYPERTERMINAL haben Sie die Einstellungen für das Modem schon in Ihrem Computer vorgenommen. Möglicherweise ist es nötig die Baud rate auf 9600 mit 8 Daten bits, keiner Parität und einem Stopp bit zu verändern. Nutzen Sie das Terminal Programm oder die internen Wählkommando-sequenzen anderer Kommunikationspakete um die SPIRANT BAM anzuwählen. Um die RS-
232 Verbindung sicherstellen zu können, drücken Sie die <Enter> Taste bis die Anzeige der Befehlseingabe erscheint. Wenn nicht prüfen Sie die Verbindungseinstellungen und das Anschlusskabel. Ist die Verbindung zur SPIRANT BAM einmal hergestellt gibt es eine einfache Menügesteuerte Schnittstelle. Mit dem Menü können Ausgaben direkt in ASCII Format angezeigt werden.

8.6 RS232 - Menüsystem

Um die RS-232 Verbindung zum SPIRANT BAM zu prüfen, drücken Sie die <Enter> Taste in Ihrem Terminal Programm bis das SPIRANT BAM mit dem Sternzeichen „*“ antwortet. Wenn nicht überprüfen Sie die Anschlußkabel und die Einstellungen Ihrer Datenübertragungsverbindung

Wenn Sie immer noch nicht mit dem Gerät kommunizieren können, schalten Sie den Schiebeschalter auf der Geräterückseite in die andere Schaltposition. (Schalter ist direkt neben der Schnittstelle oberhalb des 9 poligen Anschlusses).

Lassen Sie das System Menü anzeigen durch die “?” oder "H" Tasten. Das folgende Menü sollte erscheinen:

```
* H
--------------------------------------
|  > SPIRANT BAM <                System Menü  |
--------------------------------------
```

Wählen Sie eines der folgenden Optionen:

0 – None (Keine)
1 - Display Current Day Data (Anzeige der Daten von heute)
2 - Display All Data (Anzeige aller Daten)
3 - Display New Data (Anzeige der neuesten Daten)
4 - Display System Configuration (Anzeige der Systemkonfiguration)
5 - Display Date / Time (Anzeige des Datums und der Zeit)
6 - CSV File Output (CSV Datei Ausgabe)
    2 - All Data (alle Daten)
    3 - New Data (neue Daten)
7 - Display last 100 errors (Anzeige der letzten 100 Fehlermeldungen)
8 - Display > SPIRANT BAM < Utility Commands (Anzeige > SPIRANT BAM> Sonderbefehle)
9 - Display Pointers (Anzeige der Datenzeiger)

Drücken Sie <Enter> um die Auswahl zu verlassen

*

Die Funktionen können auch durch die Betätigung der Nummerntasten ausgeführt werden. Siehe Anhang C für Details.

Die Sonderbefehle für binare Datentransfer und Wartung werden erreicht durch die Nummer „8“
Siehe Anhang C für Details.

* 8
 > SPIRANT BAM <

Sonderbefehlsmenü: ASCII Befehle:

c - Datenspeicher löschen, (Passwort erforderlich)
d - Datum einstellen (Passwort erforderlich)
e - Anzeige der Hex EEPROM Werte
f - Werkskalibrierungs Tests
h,H,? - Anzeige > SPIRANT BAM < System
Menü i - Anzeige ID Werte
m - Anzeige Hex Daten Speicher Werte
p - Ändern Modem Pointer
q - Anzeige Station ID
t - Zeit einstellen (Passwort erforderlich)

BINARY Befehle:

b - XMODEM Download von Daten
r - XMODEM Download von Echt Zeit Werten
x - XMODEM Download von EEprom Werten

*

8.7 Transfer Modul für RS232 Daten

Bitte lesen Sie im Universal Transfer Modul Bedienungsanleitung P/N UX-961-9800 weiter.

9 FEHLERSUCHE

9.1 Problem Index

Mit dem einfachen 5-Schritt Test kann man die meisten Probleme der SPIRANT BAM ermitteln. Dieser Test wird den Benutzer zum Problem und zur Lösung führen. Lesen Sie bitte über den Selbst Test im Abschnitt 4.9.

9.1.1 Der Bildschirm funktioniert nicht

Zunächst einmal ist sicherstellen dass der Stecker richtig steckt und dass der Rückschalter eingeschaltet ist (ON). Überprüfen Sie die Sicherungen des Schalters.

Möglicherweise erlaubt die Kontrasteinstellung nicht dass man die Bildfläche sieht, ändern Sie den Kontrast (die Taste ist auf der linken Vorderseite der SPIRANT BAM zu finden, eine Taste mit einem schwarz weißen Kreis.).

9.1.2 Das Gerät scheint nicht zu funktionieren

Wird das SPIRANT BAM Gerät gestartet beginnt ein neuer Messzyklus dann wenn die interne Uhr bei 00 Minuten steht (am Anfang der Stunde). Bis dahin wird das Gerät nichts tun. Stellen sie sicher dass entweder das Haupt- oder eines der Bedien Menüs eingestellt ist. Mit dem „EXIT“ Befehl kann man sich vergewissern dass „OPERATE ON“ angezeigt ist. Wenn dem nicht der Fall ist gehen Sie bitte zu Abschnitt 4.10 um neu zu starten.

9.1.3 Es macht “Piep” Töne

Das SPIRANT BAM Gerät sendet akustische Signale (Piep Töne) wenn das Gerät eigentlich laufen sollte aber einen Fehler aufweist. Ist das Gerät allerdings im Einstell- oder Testmodus wird es keine „Piep“ Töne geben. Piep Töne wird man hören, wenn das Gerät entweder in einem der Operate Bildschirme oder im Hautmenü ist und wenn „OPERATE OFF“ gesetzt ist oder wenn „OPERATE ON“ gesetzt ist und ein Fehler vorliegt.

9.1.4 Der Selbsttest wird nicht richtig absolviert

Anmerkung: Lesen Sie bitte im Anhang G mehr dazu.

9.1.5 Der Analogausgang ist ständig auf Vollausschlag

Der Analogausgang ist ständig auf Vollausschlag. Die Fehlersteuerung des analogen Ausgangs ist eingestellt und führt dazu dass der Ausgang voll ausgeschlagen wird wenn ein Fehler vorliegt.
Benutzen Sie die „Recall Error“ Funktion im Abschnitt 4.16 und 5.2.

9.2 Fehlersuche

Eine einfache Hilfe zur Fehlersuche finden Sie in Tabelle 6.

Tabelle 6: SPIRANT BAM Fehlersuchanleitung

Symptom	Testpunkt	Mögliche Ursache	Fehlerbehebung
Lässt sich nicht einschalten	Netzschalter Kabel/Stecker Sicherung F1 Steckdose Schalter	Schalter “OFF” Lockere/Defekte Sicherung, durch Haupt Schalter Kein Strom	Einschalten “ON” Noch einmal installieren Ersetzen Zurücksetzen Schalter Ersetzen
Vakuum Pumpe funktioniert nicht	LCD (Haupt Menü) Kabel	Nicht im Operation Mode Schwache Verbindung	Gerät einschalten Verbindung sichern
Gerät eingeschaltet, nichts passiert	Leiterplatte am Verbindungsstecker	Verbindung locker	Noch einmal aufstecken
Filterband bewegt sich nicht	Transportwalze	Gummiwalzen arretiert	Sicherungshebel entriegeln
Filterband kräuselt sich am Rand	Transportwalze Aufwickelrolle Filterband falsch eingelegt	Fehljustage Fehlender Spulenkern Falsches Handling	Filterband neu einlegen Spulenkern Installieren Richtiges Handling
Zerrissenes Filterband und gestanztes Filter	Sensor für Shuttle Bewegung auf der Rückseite des Transports	Loses Kabel kann Transport blockieren	Blockade entfernen Sensor ersetzen
Motor hält nicht an vorgesehener Position	Transportwalze, Bestaubungskammer, Ref. Membran	Defekter Photosensor	Ersetzen
“Corona” am Rand des Filterflecks	Filterflecken Bestaubungskammer Bestaubungskammer dichtfläche	Verschmutzter Lufteinlass oder lockere Bestaubungskammer, Filterbandabrieb in Bestaubungskammer	Reinigen des Lufteinlasses, befestigen Abrieb entfernen
Luftdurchsatzfehler	PM_{10} Lufteinlass Sammelstelle Vakuum Pumpe	Schlauch undicht Kohleflügel verbraucht	Kohleflügel ersetzen

Zählt nicht	LCD, Zähltest	Detektor of HVDC Beta	Ersetzen Öffnen

		Ausgangspunkt 3150-1 circuit board, HV Threshold	Baugruppe ersetzen
Hohe Konzentrations-Werte	Lufteinlass, Bestaubungskammer	Kondensiert	Probenahme heizung einschalten
Hoher Referenz Membran Werte	Membrane Halter	Bewegung verhindert	Service anrufen
Zeit nicht korrekt nach Ausschalten	LCD, Haupt Menü	3230-4 CPU	Batterie ersetzen
Schlechter Druck	LCD, Operation Mode	3250-1 Schnittstelle	Korrigiere jumps

10 WARTUNG UND KALIBRIERUNG

10.1 Empfohlene regelmäßige Wartung

10.1.1 Regelmäßige Funktionstests

1. Überprüfung der Datenaufzeichnung. Vergleichen Sie den aktuell aufgezeichneten Wert mit dem am SPIRANT BAM im LCD Display angezeigten Konzentrationswert. Die Werte sollten innerhalb von 2 ug/m3 übereinstimmen.
2. Überprüfen Sie ob Fehler aufgetreten sind. Stellen Sie sicher, das das BAM- 1020 Gerät im Hauptmenü ist (Drücken sie die EXIT Softwarefunktionstaste so lange bis Sie kein „EXIT“ mehr sehen). Drücken Sie dann die F3 Taste. Nun bekommen Sie die letzten 10 Fehlermeldungen die das BAM- 1020 aufgezeichnet hat zu sehen. Überprüfen Sie welche oder ob Fehler auftraten und entscheiden Sie ob Maßnahmen zur Fehlerbehebung notwendig sind. Siehe hierzu Abschnitte 4.16, 5.2, und 9.2.

10.1.2 Monatliche Tests

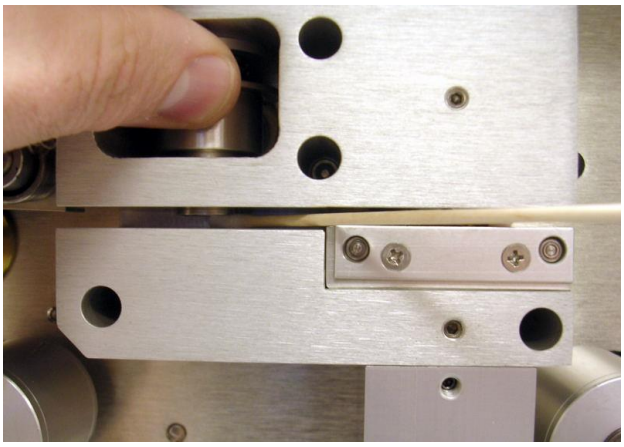
1. Führen Sie einen Test der Luftdurchflussrate durch und stellen Sie sicher dass der angezeigte Volumenstrom korrekt ist. Die Luftdurchflussrate sollte ohne PM 10 Lufteinlass und mit dem Testadapter aufgesteckt durchgeführt werden. Wenn der Volumenstrom um mehr als +/-3% abweicht ist eine Rekalibrierung notwendig. Detaillierte Hinweise hierzu finden Sie in Abschnitt 6 dieses Handbuchs.
2. Optische Prüfung. Öffnen Sie die Fronttür des BAM- 1020. Prüfen Sie ob noch genügend Filterband auf der Vorratsrolle vorhanden ist. Eine Filterbandrolle reicht etwa für 2 Monate. Überprüfen Sie ob Sie Kondensationen in der Nähe der Sammelzone oder auf dem Filterband sehen. Reinigen Sie das Innere des Gerätes falls sich dort Staub angesammelt hat. Entfernen Sie auch Staub von der Oberseite des Gerätes.

10.1.3 Zwei (2) Monatsintervalle

1. Erneuern Sie das Filterband. Siehe hierzu Abschnitt 4.7.
2. Reinigen Sie den PM10 Lufteinlass. Der ZMM-BX344 Reinigungssatz beinhaltet alle notwendigen Teile um den PM10 Lufteinlass zu reinigen. Zum Reinigen müssen Sie den PM10 Lufteinlass vom Probenahmerohr entfernen und auseinanderschrauben. Zerlegen Sie den PM10 Lufteinlass und reinigen Sie ihn mit einem fusselfreien Tuch. Stellen Sie sicher, dass alle O-Ringoberflächen in einwandfreiem Zustand sind und die Teile korrekt wieder zusammengesetzt werden. Falls Sie beschädigte O-Ringe haben finden Sie in Abschnitt 10.3 eine Liste der Ersatzteile.
3. Reinigen Sie das PM2.5 SCC Zyklon. Zur Reinigung muss der PM2.5 SCC Lufteinlass ebenfalls vom Probenahmerohr entfernt und zerlegt werden. Schrauben Sie den SCC Lufteinlass auseinander und reinigen Sie die Teile mit einem fusselfreien Tuch. Stellen Sie sicher, dass alle O-Ringoberflächen in einwandfreiem Zustand sind und die Teile korrekt wieder zusammengesetzt werden. Falls Sie beschädigte O-Ringe haben finden Sie in Abschnitt 10.3 eine Liste der Ersatzteile.
4. Reinigen Sie die Bestaubungskammer und die Bestaubungskammerumgebung. In der Bestaubungskammer des BAM- 1020 können sich Teile des Filterbandes an einer oder mehreren Stellen ansammeln. Diese Ansammlungen können schließlich

dazu führen, dass Löcher in das Filterband gestanzt werden oder dass das System nicht mehr richtig abdichtet und Fehlluft zieht. Die Auswirkungen des Gestanzten Filterbandes können fehlerhafte meist negative Konzentrationswerte und falsche Luftdurchflussraten sein. Die Bestaubungskammer und das Filterbandstützgitter sollten jedes mal wenn das Filterband gewechselt wird gereinigt werden. Abbildung 56 zeigt wie die Bestaubungskammer zu reinigen ist.

Abbildung 56: Reinigung der Bestaubungskammer



Erforderliche Werkzeuge – Wattestäbchen, Taschenlampe und Isopropyl Alkohol.
Entfernen Sie das Filterband aus dem SPIRANT BAM siehe Seite 30 des Handbuchs. Schließen Sie die Bestaubungskammer. Im SPIRANT BAM Hauptmenü drücken Sie hierzu die Taste „TEST“. Im TEST Menü wählen Sie „PUMP’ und dann „MOVE NOZZLE“ um die Bestaubungskammer abzusenken. Heben Sie nun die Bestaubungskammer indem Sie sie mit dem Daumen gegen den Federdruck wie im Bild gezeigt nach oben drücken. Legen Sie ein in Isopropyl
Alkohol getränktes Wattestäbchen unter den Rand der Bestaubungskammer und lassen Sie Bestaubungskammer auf das Wattestäbchen herab. Drehen Sie nun die Bestaubungskammer langsam um die eigene Achse. Acht bis zehn Umdrehungen sollten genügen um die Bestaubungskammer zu reinigen. Das Filterbandstützgitter (das ist das Drahtkreuzgitter welches sich unter dem Filterband in der Bestaubungskammer befindet und Kontakt mit dem Filterband hat) muss ebenfalls gereinigt werden. Im TEST/PUMP Bildschirm heben Sie die Bestaubungskammer wieder mit dem Motor an. Das Stützgitter kann durch den Lufteinlass mit Hilfe einer Taschenlampe inspiziert werden, wenn Sie das Probenahmerohr entfernen. Benutzen Sie ein scharfes/spitzes Werkzeug (z.B. Zahnarzt Sonde) um vorsichtig von dem Drahtgitter jegliche Rückstande von Filterband zu entfernen. Reinigen Sie auch den Rand des Stützgitters. Abschließend reinigen sie das gesamte Gitter mit einem Wattestäbchen getränkt in Isopropyl Alkohol.
Anmerkung: Bitte achten Sie darauf dass das Wattestäbchen zwar feucht aber nicht tropfnass vom Alkohol ist.

10.1.4 Halbjährliche Arbeiten

1. Wechseln Sie den Schalldämpfer der Pumpe. Dies ist ein wichtiger Schritt um die Lebensdauer der Pumpe zu verlängern. Finden Sie heraus welche Pumpe Sie haben und suchen Sie im Abschnitt 10.3 des Handbuchs die passende Ersatzteilnummer heraus.
2. Vollständige Kalibrierung der Volumenstrommessung. Kalibrieren Sie zuerst den Umgebungstemperatursensor, den Luftdrucksensor und dann den Massendurchflussmesser wie in Abschnitt 6 angegeben. Anmerkung: Je nach Konfiguration des BAM- 1020 wird ein Temperatursensor eventuell nicht benötigt.

10.1.5 Ein bis zweijährige Wartungsarbeiten

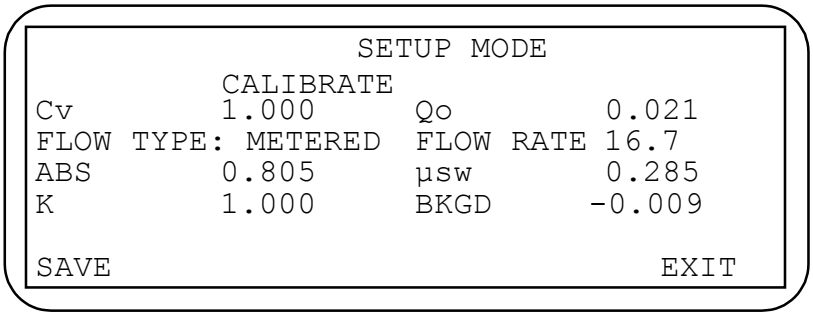
1. Prüfen und/oder ersetzen sie die Kohleflügel der Vakuumpumpe. Falls Sie eine geräuscharme Medo Pumpe, diese ist wartungsfrei.
2. Reinigen Sie das Probenahmerohr. Siehe hierzu ZMM-BX341 Option.

10.2 Kalibrier Einstellungen

Die Kalibrierung wird im Herstellerwerk durchgeführt, bitte verändern Sie die Kalibriereinstellungen nicht ohne ausdrückliche Information über neue Einstellungen von Ecotech erhalten zu haben. Die beiden Variablen zur Volumenstromkalibrierung Cv und Qo können entsprechend der Hinweise in Abschnitt 6 geändert werden.

Wenn Sie festgestellt haben das Einstellungen geändert werden müssen sollten sie das Menü SETUP, Untermenü CALIB benutzen um die neuen Werte einzugeben.
Nochmals bitte nicht ohne Information vom Hersteller verändern. Zum Beispiel würde mit einem neuen Detekorsystem Einstellinformation geliefert werden und diese würde dann eine Eingabe in dem Hersteller Kalibrier Bildschirm gezeigt in Abbildung 57 erfordern.

Abbildung 57: Hersteller Kalibrier Bildschirm



10.3 Verbrauchmaterialien, Ersatzteile und Zubehör

10.3.1 Verbrauchsmaterialien

Beschreibung	Ecotech Teilenummer
Filterband	H030117-01
Schalldämpfer für Medo Pumpe	ZMM-580293
Schalldämpfer für Gast Pump	ZMM-580293
Interner Pisco Filter	ZMM-580291
Interner Pisco Filter – Nur Filterelement	ZMM-580292
Pumpen Reparatursatz (Gast)	ZMM-680820

10.3.2 .. Ersatzteile

Beschreibung	Ecotech Teilenummer
Pumpenkontrolleinheit	ZMM-BX839
Netzteil	
115 VAC 60 HZ	ZMM-BX115
115 VAC 50 HZ	ZMM-BX116
230 VAC 60 HZ	ZMM-BX230
230 VAC 50 HZ	ZMM-BX231
100 VAC 60 HZ	ZMM-BX100
100 VAC 50 HZ	ZMM-BX101
Pumpe	
100 VAC 60 HZ	ZMM-BX123
115 VAC 50/60 HZ	ZMM-BX121
115 VAC 50/60 HZ Low Noise	ZMM-BX126
230 VAC 50 HZ	E031038
230 VAC 60 HZ	ZMM-BX124
230 VAC 50/60 HZ Low Noise	E031040
Durchflussmesser 0-20 LPM	970608
Durchflussregelventil	8776
PM10 Einlass O-Ring	
Ungefähr ø 25mm für Probenahmerohrverbindung	720084
Ungefähr ø 63mm für PM10 Vorabscheider	760079
LCD Anzeigebaugruppe	2823
Detektor	3150-1
CPU Leiterplatte	3230-4
Input/Output Leiterplatte	3250-1
Motor 4 UPM	8105
Motor 10 UPM	8106

10.3.3 ....Zubehör

Beschreibung	Ecotech Teilenummer
Pumpe im Aussengehäuse	
115 VAC 50/60 HZ	E031037
230 VAC 50 HZ	E031038
Lufteinlass System – Dachdurchführung , Probenahmerohr, Etc.	ZMM-BX801
PM10 Lufteinlass	ZMM-BX802
TSP Lufteinlass	ZMM-BX803
PM2.5 Sharp Cut Zyklon	ZMM-BX807
PM2.5 WINS Impaktor	ZMM-BX804
Probenahmerohr Verlängerung 2.4 m mit Rohrverbindung	ZMM-BX823
Automatische Durchflussregelung	ZMM-BX961
Lufteinlass Adapter zur Durchflusskalibrierung	ZMM-BX305
Umgebungs Temperatursensor	ZMM-BX592
Filtertemperatur- und Feuchtesensor	ZMM-BX962
Probenahmeheizung Bandtyp 115 VAC	ZMM-BX825
Probenahmeheizung Bandtyp 230 VAC	ZMM-BX826
Probenahmeheizung Smarttyp 115 VAC	ZMM-BX827
Probenahmeheizung Smarttyp 230 VAC	ZMM-BX830
Mid Range Calibration Kit	ZMM-BX301
Nullluft Kalibriereinheit	ZMM-BX302
Echtzeit Anzeigemodul für SPIRANT BAM	ZMM-BX895
PM10 Lufteinlass Reinigungssatz	ZMM-BX344
Aussenaufstellungsgehäuse	Z-004
Aussenaufstellungsgehäuse, klimatisiert	Z-004
Wartungswerkzeugsatz	ZMM-BX308

ANHANG A - SPIRANT BAM Gerätespezifikationen

Tabelle 7: Gerätespezifikationen

Parameter	**Spezifikation**
Messprinzip	Konzentrationsmessung durch Betaabsorption
Referenz Methode	Gravimetrische Filtersammler Methode
Messbereiche:	0-0.100, 0.200, 0.250, 0.500, 1.000, 2.000, 5.000, 10.000 mg/m^3
Nachweisgrenze (24 Stunden)	± 2 µg im Konzentrationsmessbereich von 0.000 mg to 0.100 mg/m^3 (24 Stunden mode) 2 % im Konzentrationsmessbereich von 0.100 mg to 1.000 mg/m3
Nachweisgrenze (1 Stunde)	± 8 µg im Konzentrationsmessbereich von 0.000 mg to 0.100 mg/m^3 (1 Stunden Messzyklus) ± 8% im Konzentrationsmessbereich von 0.100 mg to 1.000 mg/m^3
Auflösung:	± 1 µg/m3
Span Stabilität (1 Monat)	± 1%, gemessen mit eingebauter Referenzmembran
Minimale Anzeige	± 1 µg/m3 (± 0.001 mg/m^3)
Kalibrierungstest	Eingebaute Kalibriermembran erlaubt einen automatischen Kalibriertest. Die Membran wird automatisch jede Stunde gemessen und die Abweichungen > 5% vom gespeicherten Referenzwert aufgezeichnet.
Messzyklus	1 Stunde Standard, oder Benutzer einstellbar von 1 Minute bis zu 200 Minuten. Spezielle Messzyklen verfügbar.
Beta Messung	C-14 Strahlenquelle , 2.22 X 10^6 Bq (60 µCi), Halbwertszeit beträgt 5730 Jahre
Detektor:	Plastikszintillationszähler
Filterband	Glasfaserfilterband, 30mm breit und 21 Meter lang. Eine Rolle reicht für ca 60 Tage im 1 Stunden Messzyklus
Durchflussrate:	16.7 Liter/Minute (Standard), einstellbar von 0-20 LPM
Durchflussmessung	Gemessen mit Massendurchflussmesser.
Vakuumpumpe	1/3 PS Drehschiebervakuum Pumpe (Gast - Standard)
Probenahmeheizung	Optional es stehen 2 Heizungstypen zur Verfügung. Dies ist die ZMM-BX825/BX826 oder ZMM-BX827/ZMM-BX830 Option.
Eignungsprüfungen	US EPA, United Kingdom, Korea, Japan, China

Tabelle 8: SPIRANT BAM Bedienelemente / Schnittstellen

Parameter	**Spezifikation**
Anzeige und Tastatur	8 Zeilen je 40 Zeichen breite Anzeige, zur Darstellung aller Bedien-, Kalibrier oder Einstellparameter mit Menü und Pfeiltastennavigation. Die Tastatur hat 4 Software Funktionstasten, 4 Pfeiltasten und sechs weitere Funktionstasten
Anzeige Funktionen	LCD Bildschirm mit 8 X 40 Zeichen und einstellbarer Hintergrundbeleuchtung MENÜ geführte Bildschirme für SETUP, OPERATE, TEST
Analog Ausgang	0-1 oder 0-10 VDC, per Schalter einstellbar (optisch entkoppelt) 4-20 oder 0-16 mA, per Schalter einstellbar (optisch entkoppelt)
Serielle Schnittstelle #1	Datenübertragung und Gerätefernbedienung. Diese Schnittstelle wird oft auch mit einem Modem zur Fernsteuerung betrieben.
Serielle Schnittstelle #2	Diese Schnittstelle ist nur für Datenausgabe und kann mit einem Drucker oder Computer benutzt werden. Die Ausgabe kann als Datum, Uhrzeit, Messdaten oder als eine von 2 verschiedenen Diagnoseausgaben eingestellt werden. Wird vom Wartungspersonal benutzt.
Printer	Ein Drucker mit RS-232 Schnittstelle kann an die Serielle Schnittstelle #2 angeschlossen werden, optional ist auch ein seriell auf parallel Verbindungskabel erhältlich zum betrieb von Druckern mit Standard Parallelschnittstelle.
Printer, external	80 Spalten serieller Drucker ist optional verfügbar
Fernsteuersignale (Telemeter)	Externer Triggereingang (optisch entkoppelt) Trigger Fehlereingang (optisch entkoppelt)
Alarmrelais	-Ungültige Daten -Filterbandriss -Durchflussfehler -Netzfehler -Wartungssignal
Software	Kann mit jedem transparenten Datenübertragugsprogramm wie z.B. Hyperterminal oder mit Met One's Datenauslesesoftware betrieben werden.
Fehlermeldungen	Filterbandriss, Kalibrierwertabweichung, Luftdurchflussabweichung, Differenzdruck zu hoch, Zählraten zu klein Siehe Abschnitt 4.16 für eine komplette Liste.
Aufgezeichnete Daten	Konzentration (mg/m^3) mit einstellbarer Aufzeichnungsrate (1-200 Minuten)
Speicherkapazität	30-200 Tage abhängig von der Aufzeichnungsrate
Ausgabe	Liest RS-232 Daten (von SPIRANT BAM remote site)

Tabelle 9: SPIRANT BAM Physikalische Parameter

Betriebstemperaturbereich	0-40 °C (0-90% RH, nicht kondensierend) 5-40 °C geprüft in Eignungsprüfung
Erweiterter Betriebstemperaturbereich	-30° to +60 °C (0-90% RH, nicht kondensierend)
Netzspannung/Frequenz	100/115/230 VAC, Netzteil intern umschaltbar per Schalter, 50 oder 60 Hz, ebenfalls per Hand einstellbar im inneren des Gerätes
Gewicht:	Ca. 21 Kg (46.3 pounds) , ohne Vakuumpumpe
Abmaße	(H) x (B) X (L) (36.5)x(48.3)x(45.7) cm
Stromverbrauch Zentralgerät Gesamtsystem mit Pumpe (Gast) + Heizung mit Pumpe (MEDO) + Heizung	75 VA ca. 780 VA ca. 370 VA
Kalibrierung im Feld	Eine Kalibrierung im Feldeinsatz kann durch den Vergleich mit Referenzsammlern mit Gravimetrischer Auswertung durchgeführt werden.

ANHANG B - Daten der Werkskalibrierung für Ihr Gerät

Werkskalibrierungs Daten

Datum: _____

Seriennummer: _____

Durchfluss Kalibrierung

Cv: _____ EPA SLPM per mm-Hg

Qo: _____ EPA SLPM

Referenzmembran Kalibrierung

μ_{SW}: _____ cm^2/mg

ABS: _____ mg/ cm^2

Konzentrations- Kalibrierung

K: _____

BKGD: _____ mg/ cm^3

E1: _____ mg/ cm^3

ANHANG C - RS-232 Ausgabemenü

RS-232 KOMMANDO ÜBERSICHT

1 – Display Current Day Data
Zeigt nur die Daten des laufenden Tages an.

2 - Display All Data
Zeigt alle gespeicherten Daten an.

3 - Display New data
Zeigt alle noch nicht ausgedruckten Daten an

4 - Display System Configuration
Allgemeiner Bildschirm zeigt die eingestellten Geräteparameter an. Siehe Ausdruckbeispiel unten:

```
* 4
------------------------------------------------------------
|     > SPIRANT BAM <  SETUPS   02/10/1996              06:43:05       |
------------------------------------------------------------

BAM Sample Time: 015 Minute(s)
MET Sample Time: 05  Minute(s)
ABS: 0.805
mu: 0.285
K: 0.950
BKGD: -0.009
Cv Qo: 2.622 0.000
E1 E2 E3 E4: -0.005 0.500 0.000 15.000
DAC Mask: = 0x03ff
Ap FRl FRh: = 150.000 10 20
Cp Cm I% F%: = 50.000 -20.000 99 99
RS232: 9600 N 8 1
Firmware Ver: 2.03.03
Station ID: 01
Channel Identification:
Channel             01     02     03     04     05     06
Type     Conc   Qtot   no     no     no     no     no     AT
Units    mg     m3     V      V      V      V      V      C
Mult     1.000  3.000  1.000  1.000  1.000  1.000  1.000  080.0
Offset  -0.005  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000  0.000 -030.0
```

5 - Display Date / Time
Druckt eingestelltes Datum und Uhrzeit aus.

6 - CSV DATA Output
- 2 - All DATA
- 3 - New DATA

7 - Display Last 100 Errors
Zeigt alle Fehler mit dem Zeitpunkt des Auftretens an

8 - Display > < Utility Commands
Untermenü zum Herunterladen der Daten und Einstellen des Gerätes.

9 - Display Pointers
Dieser Befehl zeigt den gegenwärtigen Status des Datenspeichers an. Die aktuelle Eingabepointer Position und die Anzahl der gespeicherten Messwerte werden angezeigt.

ANHANG D - RS-232 Fernsteuerbefehle

ASCII Kommandos:

ANMERKUNG: Das Passwort das in den Fernsteuerbefehlen verlangt wird ist identisch mit dem über die Funktionstasten gewählten (Zum Beispiel die Sequenz F1 F2 F3 F4 ist dann 1234).

a - RS-232 Port #2 Funktion Select (THIS IS NOT VISIBLE COMMAND!)

Setzt die zweite Serielle Schnittstelle entweder in den Diagnostik oder Druckmode

1 - Druckmode
2 - Standard Diagnostik
3 - Werks Diagnose
4 - Komma Getrennte Datenausgabe Port
5 - Abbruch

c - Löschen des Datenspeichers (Passwort wird benötigt)

Achtung dieser Befehl wird alle gespeicherten Messdaten im Gerät löschen. Die Eingabe des Passwortes ist hier notwendig.

d - Setzen des Datums (Passwort wird benötigt)

Setzen des Datums. Hier wird das Passwort benötigt.

e - Anzeige von Hex EEPROM Setup Werten

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt Inhalte von Speicherzellen an in denen die Einstellparameter gespeichert werden.

f - Werkskalibrier Tests

Wird nur für die Werkskalibrierung verwendet - nicht empfohlen im Feldeinsatz!

h,H,? - Anzeige > < System Menü

Zeigt das Hauptmenü an.

i - Anzeige ID Werte

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt die ID (Identifizierungs-) Codes der MET Sensoren an.

m - Anzeige Hex Daten Speicherwerte

Wird für Diagnostik Zwecke benötigt. Zeigt verschiedene gespeicherte Werte an.

p - Verändern des Modem Pointer's

(Für Details hierzu wenden Sie sich bitte an Ecotech)

q - Anzeige Stations ID

Zeigt die eingestellte Stationsidentifikationsnummer.

t - Setzt Uhrzeit (Passwort wird benötigt)

Setzt die Uhrzeit des Gerätes. Die Eingabe des Passwortes ist hier notwendig.

BINÄRE KOMMANDOS

b - XMODEM Herunterladen der Daten

XMODEM ist ein Standard binares Datentransfer Protokoll. Das Kommando erlaubt die Übertragung von binären Daten die im AutoMet Gerätespeicher abgelegt sind. Der AutoMet Report benutzt dieses Kommando zum Herunterladen der Daten. (Anmerkung: Dieses Kommando erfordert ein Software handshaking und ist nicht empfohlen für den Terminalsoftware Betrieb).

r - XMODEM Herunterladen der aktuellen Werte

Übertragen der aktuellen Messwerte erlaubt eine schnelle Überprüfung der Momentanwerte der Sensoren, Alarme und verschiedener Einstellungen. AutoMet Report benutzt dieses Kommando für den Monitor Bildschirm. (Anmerkung: Dieses Kommando erfordert ein Software handshaking und ist nicht empfohlen für den Terminalsoftware Betrieb).

x -XMODEM Download of EEprom Value

Herunterladen des EEPROM's erlaubt eine schnelle Überprüfung des nichtflüchtigen Speichers im SPIRANT BAM (Für Diagnose Zwecke).

ANHANG E - Ausgabebeispiel der aktuellen Daten

TYPISCHE AUSGABE

Report for 12/09/99 - Day 343 > < Station ID: 1

Channel		01	02	03	04	05	06	
Sensor	Conc	Qtot	no	no	no	no	no	no
Units	<Errors>	mg/m3	m3	V	V	V	V	V	V
00:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
01:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
02:00	----------	0.013	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
03:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
04:00	----------	0.013	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
05:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
06:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
07:00	----------	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
08:00	----------	0.019	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
09:00	----------	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
10:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
11:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
12:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
13:00	----------	0.012	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
14:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
15:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
16:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
17:00	----------	0.015	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
18:00	----------	0.018	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
19:00	----------	0.020	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
20:00	----------	0.016	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
21:00	----------	0.014	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
22:00	----------	0.011	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
23:00	----------	0.009	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
Savg		0.015	0.800	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0
Vavg		0.000	0.000	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0	000.0

Data Recovery 100.0 %

Die SPIRANT BAM Geräte speichern sowohl die Messdaten als auch die Fehlermeldungen während jedem Messzyklus. Das Ausgabeformat ist wie folgt:

02:00	----------	-0.000	0.000	000.0	0.000	0.000	0.000	0.000	020.1
03:00	EUMILRNFPDCT	-0.000	0.000	000.2	0.001	0.001	0.001	0.003	020.2

Der Ausdruck eines Buchstabens zeigt an, dass ein Fehler in diesem Messzyklus gefunden wurde. Die Bedeutung der einzelnen Fehlerbuchstaben finden Sie in Abschnitt 4.16.

ANHANG F - Betrieb der Serie 500 Sensoren mit dem BAM-1020

Die Einstellungen und Anschlussbelegungen für die Serie 500 Sensoren sind in diesem Abschnitt aufgeführt. Die Anschlusskabel der Sensoren werden am Klemmenblock auf der Rückseite des Gerätes angeschlossen. Vergleichen Sie hierzu auch Abbildung 9 der Bedienungsanleitung. Befolgen Sie die angegebene Prozedur um die Sensoren an einen der sechs verfügbaren Sensorkanäle des SPIRANT BAM anzuschließen (Kanäle 3-8).

Gehen Sie in den SETUP SENSOR Bildschirm (siehe Abschnitt 4.19) und benutzen Sie die AUF/AB Pfeiltasten um eine nicht benutzten Kanal auszuwählen (Kanäle 3-8).
Drücken Sie die „ID Mode“ Funktionstaste und setzen Sie den Auto ID Wert auf MANUAL
Benutzen Sie die Werte in Tabelle 10 für die Einstellungen von Multiplier, Offset, und Full Scale Volt. Benutzen Sie die AUF/AB Pfeiltasten zur Einstellung der Werte. Sie können hier die Sensoren von Englischen Einheiten in metrische Einheiten umstellen indem Sie die entsprechenden Faktoren eingeben.
Wenn Sie alle werte gesetzt haben drücken Sie die „SAVE“ Funktionstaste um die Werte im SPIRANT BAM zu speichern.
Sie sind nun bereit die Sensorinformation aufzuzeichnen.

Tabelle 10 zeigt die SPIRANT BAM Scaling and Setup

Information.

Tabelle 10: SPIRANT BAM Einstellwerte für die Serie 500 Sensoren

Sensor Parameters				Datalogger					MMP Software	
Typ	**Modell**	**Einheiten**	**Bereich**	**Mult**	**Offset**	**FS VOLT**	**S/V**	**Inv Slope?**	**Mult**	**Offset**
WD	590	Deg	0 to 360	360	0	1.0	V	N	900	0
WS	591	mph m/s	0 to 100 0 to 44.704	100 44.70	0 0	1.0 1.0	S S	N N	250 111.76	0 0
AT	592	^{0}F ^{0}C	-22 to +122 -30 to +50	144 80	-22 -30	1.0 1.0	S S	N N	360 200	-22 -30
RH	593	%	0 to 100	100	0	1.0	S	N	250	0
BP	594	inHg mm-Hg mbar	26 to 32 660.4 to 812.8 880.5 to 1083.7	6 152.40 203.19	26 660.40 880.46	1.0 1.0 1.0	S S S	N N N	15 381.00 507.98	26 660.40 880.46
SR	595	Ly/min W/M2	0 to 2 0 to 2000	2 2000	0 0	1.0 1.0	S S	N N	5 5000	0 0

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anschlussbelegungen für die Serie 500 Sensoren, die an das SPIRANT BAM Messgerät angeschlossen werden können. Die Sensoren sind optional und können bei Ecotech gekauft werden. Für weitergehende Informationen zu unserem Sensorprogramm wenden Sie sich bitte an Ecotech.

Abbildung 58: Analog Anschlussklemmenblock

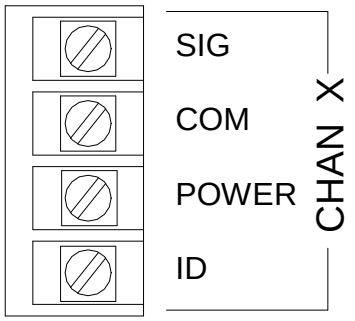


Abbildung 59: Anschließen des 590 Windrichtungssensors

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

Abbildung 60: Anschliessen des 591 Windgeschwindigkeitssensors

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

Abbildung 61: Anschliessen des 592 Umgebungstemperatursensors

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

Abbildung 62: Anschliessen des 593 Relative Feuchtesensors

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Grün /Schirm
POWER	Weiss
ID	Rot

Abbildung 63: Anschliessen des 594 Barometrischen Luftdrucksensors

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	White
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Gelb

Abbildung 64: Anschliessen des 595 Sonnenstrahlungssensors

Terminal Block	Anschlusskabel Farbe
SIG	Gelb
COM	Schwarz/Schirm
POWER	Rot
ID	Grün

ANHANG G - Fehlermeldungen

Die SPIRANT BAM Monitore bieten die ständige Anzeige von Variablen wie Luftdruck und Luftdurchflussrate. Fehler werden im Gerät gespeichert und sind über die RS-232 Schnittstelle abrufbar.

Maximale Motor Einschaltzeiten

Die Laufzeiten der Transportmotoren können länger als eine vorgegebene maximale Zeit dauern, wenn zum Beispiel ein Motor klemmt oder das Filterband reißt. Ein überschreiten der maximalen Einschaltzeiten für die Motoren führt zu einer Fehlermeldung, die entsprechend der Funktion des Motors kodiert ist. (FILTERBANDRISS, BESTAUBUNGSKAMMER KLEMMT, REFERENZ MEMBRANE KLEMMT). Die voreingestellten maximalen Einschaltzeiten sind weiter unten aufgelistet. Die Zeit für den Filterbandmotor ist bezogen den Transport für nur einen Filterfleck.

Motor	Funktion	Maximale Einschaltzeit (Sek)
M1	BESTAUBUNGSKAMMER	10
M2	REF MEMBRAN	15
M3	VORRATSROLLE	10
M4	AUFWICKELROLLE	10
M5	TRANSPORTWALZE	5

Fehlerprotokoll

Ein Speicher für die letzten 100 aufgetretenen Fehler ist im Gerät vorgesehen. Zur jeweiligen Fehlermeldung wird das Datum und die Uhrzeit des Auftretens gespeichert. Das Fehler-protokoll kann über die serielle Schnittstelle ausgelesen werden.

Protokoll Definitionen

COUNT FEHLER: weniger als 10,000 Ereignisse / 4 MINUTEN

PRESSURE FEHLER: Druckdifferenz > AP

FLOW RATE FEHLER: |Q -16.7|/16.67 > F%

CALIBRATION FEHLER: $|\underline{m - ABS}|/ABS > 0.05$ (Abweichung > 5%)

FILTERBANDRISS

Der Sensor S6 ist ständig an, unabhängig von den Motorbewegungen von M3-M5.

BESTAUBUNGSKAMMER KLEMMT

Die Sensoren S4 und S5 verändern ihren Schaltzustand nicht auch wenn der Bestaubungskammermotor M2 eingeschaltet ist.

REFERENZ MEMBRAN KLEMMT

Die Sensors S2 & S3 verändern ihren Schaltzustand nicht auch wenn der Referenzmembranmotor M1 eingeschaltet ist.

NETZ FEHLER

Unterbrechung der Netzspannung zum beliebigen Zeitpunkt.

Geräte Software Revision 3.0.0

BITTE ZUERST LESEN!

SPIRANT BAM-9800 Ergänzung

Folgendes Dokument beschreibt die Merkmale der Geräte Software Revision 3.0.0 welche in dem SPIRANT BAM-9800 Handbuch Ausgabe E nicht enthalten sind.

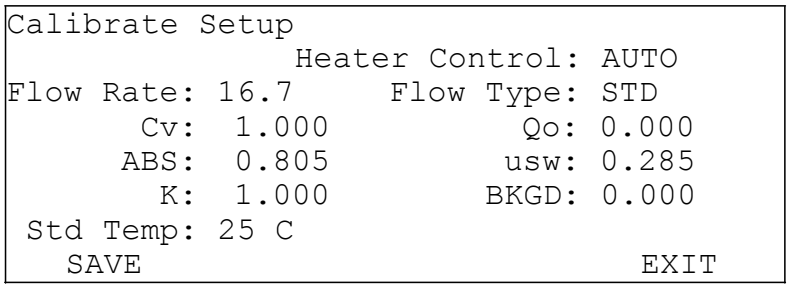
1. Normbezugsbedingungen

Dieses Softwareupdate unterstützt drei (3) Standard Bedingungen für die die gemessene Konzentration bestimmt werden kann.

1. 0 C, 760 mmHg , bzw. 1013.25 hPa
2. 20 C, 760 mmHg, bzw.1013.25 hPa
3. 25 C, 760 mmHg, bzw. 1013.25 hPa

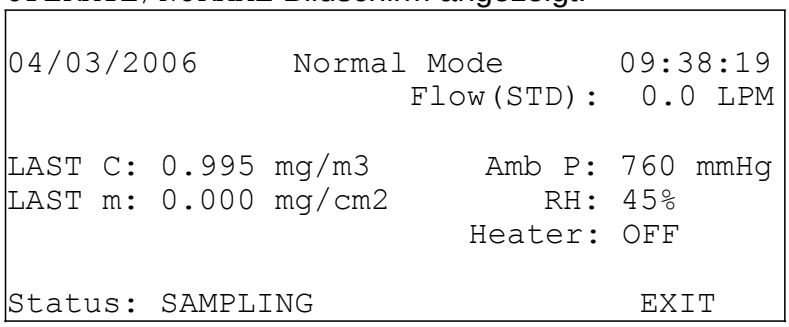
Die Auswahl der Bezugsbedingungen erfolgt über die Variable `Std Temp` im `SETUP/CALIBRATE` Bildschirm. Die Einstellmöglichkeiten sind `0 C`, `20 C`, oder `25 C`.

Wenn Sie zum Beispiel die gemessene Konzentration bezogen auf die Normbezugsbedingungen 0 C, 760 mmHg, bzw 1013.25 hPa ausgeben möchten, dann setzen Sie die `Flow Type` Variable auf `STD` und die `Std Temp` Variable auf `0 C`.



2. Ausgabe des Luftdrucks

In früheren Versionen der Gerätesoftware wird der Luftdruck als Absolut Druck angezeigt. Diese Version zeigt nun den Luftdruck als Umgebungsdruck an. Der Messwert des Luftdrucks wird nur verändert wenn die Pumpe aus ist. Wenn die Pumpe an ist wird die letzte Messung vor Einschalten der Pumpe konstant angezeigt. Der Luftdruck wird als `Amb P`, im `OPERATE/NORMAL` Bildschirm angezeigt.



3. Zukünftige Gerätesoftware Änderungen

Dieses Software update bringt eine neue Funktionalität die es ermöglicht zukünftige Änderungen der SPIRANT BAM Gerätesoftware mit Hilfe der RS232 seriellen Schnittstelle und einem PC vorzunehmen. Das bedeutet das Gerätesoftware Änderungen nun via E-Mail an unsere Kunden versendet werden können. Die genaue Prozedur der Änderung wird mit der nächsten Änderung bekannt gegeben.

Geräte Software Revision 3.1.0

BITTE ZUERST LESEN!

SPIRANT BAM-9800 Ergänzung

Folgendes Dokument beschreibt die Merkmale der Geräte Software Revision 3.1.0 welche in dem SPIRANT BAM-9800 Handbuch Ausgabe E und in der Ergänzung zu Version 3.0.0 nicht enthalten sind.

Inhaltsverzeichnis

1. Flash Upgrade 3
2. Hauptbildschirm 4
3. Vorsicht – Laufende Messung Beenden 4
4. Konzentrationseinheiten 5
5. Konzentrationsauflösung 5
6. WARNUNG BEI RANGE/OFFSET ÄNDERUNG 5
7. Baud Rate 6
8. Zeitsteuerung einstellen 6
9. Konzentrationsauswertung 7
10. Test Menu 7
11. Test der Probenahmeheizung 8
12. Filter Temperatur Einstellung 9
13. RH – Sensor Kalibrierung 10
14. Ausdruck der Einstellungen 11

1. Flash Upgrade

Folgendes ist beim Upgrade des Programms der Version 3.0.0 auf 3.1.0 durch das Flash Update Utility Programm oder aber durch das Ersetzen des Chip zu beachten:

Vor dem Start des Update Prozesses:

1. Der „Flash Update Prozess“ wird alle Daten und Fehlerprotokolle löschen. Also vor dem Start die Daten herunterladen und speichern.

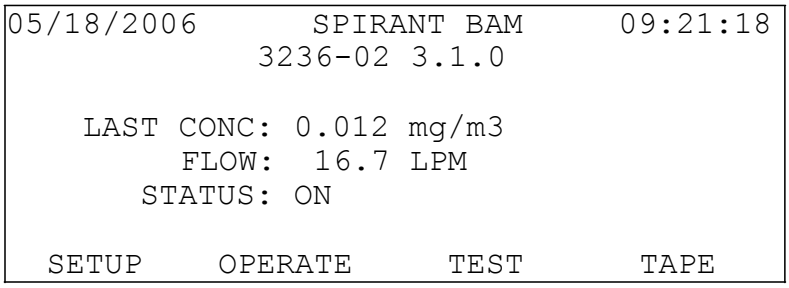
1. Notieren Sie den „OFFSET“ Wert (SETUP/SAMPLE OFFSET). Dieser wird nach dem Update Prozess wieder benötigt.

Nach dem Update Prozess:

2. Die RS232 Datenübertragungsgeschwindigkeit wird auf 38400 umgestellt. Bitte entsprechend korrigieren/anpassen.
3. Stellen Sie die Filtertemperatur (TEST/FILTER-T) und die RH (TEST/RH) Sensoren neu ein.
4. Stellen Sie den zuvor aufgenommenen SETUP/SAMPLE OFFSET Wert wieder ein.
5. Stellen Sie den SETUP/SAMPLE CONC UNITS Wert wieder ein.
6. Stellen Sie den SETUP/CALIBRATE CONC TYPE Wert wieder ein.
7. Stellen Sie SETUP/CALIBRATE FLOW TYPE Wert wieder ein.

2. Hauptbildschirm

Durch das Update wird sich der Hauptbildschirm verändern:



Zeile 2, 3236-02 3.1.0, zeigt die Gerätesoftware Ersatzteilnummer sowie die Revisionsnummer an.

Zeile 4, LAST CONC, zeigt die Konzentration der Messung der letzten Stunde. Die Einheit der Konzentration ist entweder mg/m^3 oder aber $\mu g/m^3$. Diese Einheit wird im SETUP/SAMPLE Bildschirmbild ausgewählt durch das ändern des Wertes im CONC UNITS Feld.

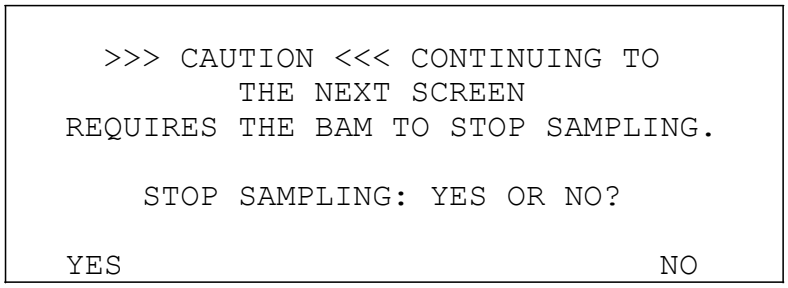
Zeile 5, FLOW, zeigt den aktuellen Luftdurchsatz. Die Volumenstromeinheiten sind entweder LPM oder SLPM. Die Art der Volumenstromregelung bestimmt die Volumenstromstromeinheit. Im Bildschirm SETUP/CALIBRATE Feld FLOW TYPE kann man den Wert auswählen.

Zeile 6, STATUS, zeigt den operationalen Status und den Fehlerstand.

Zeile 7, Wenn eine Außentemperaturmessung erforderlich ist aber keine Verbindung besteht wird folgende Meldung erscheinen: MISSING TEMP PROBE.

3. Vorsicht – Laufende Messung Beenden

Folgender Bildschirm erscheint wenn man zum SETUP, TEST, und TAPE Menu Bildschirm gelangt. Man wird gefragt ob die laufende Messung beendet werden soll oder nicht. Bestätigen der Ja Taste YES wird die laufende Messung abbrechen und das Gerät wird das SETUP, TEST, oder TAPE Menu anzeigen. Das Bedienen der Nein Taste NO wird zum Hauptbild zurückführen. Hält man die No Taste für 5 Sekunden wird man automatisch zum Hauptmenü zurückgeführt.



4. Konzentrationseinheiten

Die Konzentration wird entweder in der Einheit µg/m³ oder aber in mg/m³ angezeigt. Entscheiden kann man das in den CONC UNITS Einstellungen im SETUP/SAMPLE Feld (Zeile 7).

```
                              SETUP SAMPLE

RS232 38400 8N1      BAM SAMPLE  050 MIN

STATION #  01        MET SAMPLE  01  MIN
RANGE   1.000 mg     OFFSET   -0.005 mg
CONC UNITS µg/m3
   SAVE                            EXIT
```

5. Konzentrationsauflösung

Die Auflösung der Konzentration hängt davon ab welche Einheit in den Einstellungen ausgewählt wurde. Für die Einstellung der Konzentrationseinheit in mg/m³ wird eine Auflösung von 3 Dezimalstellen (99.999) für alle Bereiche angezeigt.
Für die Einheit µg/m³ wird eine Auflösung von 0 Dezimalstellen (99999) für alle Bereiche angezeigt.

6. WARNUNG BEI RANGE/OFFSET ÄNDERUNG

Wenn entweder der RANGE oder der OFFSET Einstellparameter (Line 6) verändert wird, ändern siech die im internen Datenspeicher gespeicherten Konzentrationswerte und werden damit ungültig.

```
                              SETUP SAMPLE

RS232 38400 8N1      BAM SAMPLE  050 MIN

STATION #  01        MET SAMPLE  01  MIN
RANGE   1.000 mg     OFFSET   -0.005 mg
CONC UNITS µg/m3
   SAVE                            EXIT
```

Wenn die Speichern SAVE Taste betätigt wird und sich entweder die RANGE oder der OFFSET Parameter verändert haben wird das folgende Bild angezeigt:

```
            >>> WARNING <<<
     CHANGING THE RANGE OR OFFSET
    SETTINGS REQUIRES THE DATA LOG
        MEMORY TO BE CLEARED!

     CLEAR THE DATA LOG: YES OR NO?

   YES                              NO
```

Sollen die Änderungen gespeichert und die gespeicherten Messdaten gelöscht werden muss die YES Taste betätigt werden.

Sollen die Änderungen nicht gespeichert werden und die Messdaten erhalten bleiben bitte die NO Taste drücken.

7. Baud Rate

Die RS232 Datenübertragungsgeschwindigkeitseinstellung (Zeile 2) unterstützt nun auch 19200 und 38400 Bps. Die RS232 Einstellung ist im SETUP/SAMPLE Bild zu finden.

```
                              SETUP SAMPLE

RS232 38400 8N1      BAM SAMPLE  050 MIN

STATION #  01        MET SAMPLE  01  MIN
RANGE   1.000 mg     OFFSET   -0.005 mg
CONC UNITS µg/m3
   SAVE                            EXIT
```

8. Zeitsteuerung einstellen

Die RS232 Zeitsteuerung (t) kann auf die nächste Sekunde eingestellt werden. Die Einstellung auf die nächste Minute ist ebenso möglich.

```
* t

Enter Password (Function Key #'s): 1234
Time: 18:55  X4193: 16:55:12

Time: 16:55:12  X0843

*
```

9. Konzentrationsauswertung

Die Conc Type Einstellung (Zeile 3) bestimmt welches Luftvolumen für die Berechnung der Konzentration genutzt wird. Es gibt die 2 Möglichkeiten (2) STD und ACTUAL.

Die Flow Type Einstellung (Zeile 3) steuert die Art wie der Volumenstrom geregelt wird. Möglich sind 3 Einstellungen METERED, STD oder ACTUAL. Die METERED Einstellung wird ausgewählt wenn keine Volumenstromregelung vorhanden ist.

Wenn die Conc Type oder Flow Type auf ACTUAL eingestellt wird, dann ist der Anschluss eines Außentemperatursensors am Gerät erforderlich.

Wird die Speicher Taste SAVE gedrückt ohne dass ein Außentemperatursensor angeschlossen ist wird folgende Fehlermeldung auf dem Bildschirm angezeigt.
MISSING TEMP PROBE

```
CALIBRATE SETUP          MISSING TEMP PROBE
                         FLOW RATE: 16.7
  CONC TYPE: STD         FLOW TYPE: ACTUAL
         Cv:  1.000             Qo: 0.000
        ABS:  0.805            usw: 0.285
          K:  1.000           BKGD: 0.000
   STD TEMP: 25 C           HEATER: AUTO
   SAVE                             EXIT
```

Wenn das Gerät im normalen Messbetrieb ist, die Pumpe läuft und der Conc Type ist ACTUAL oder der Flow Type ist ACTUAL und der Außentemperatursensor wird abgeklemmt oder hat einen Fehler, dann wird eine Fehlermeldung im Fehlerspeicher abgelegt und die Messdaten werden mit der F Kennung gekennzeichnet.

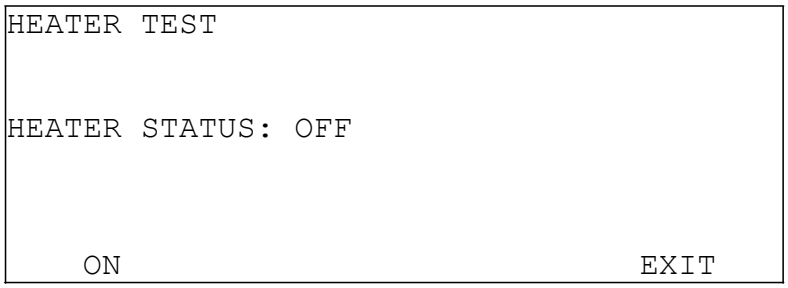
10. Test Menu

Das Testmenu hat sich um 2 (2) Funktionen erweitert. Dies sind „FILTER-T" und „RH" (Zeile 5). Diese Testfunktionen ermöglichen den Abgleich der Filtertemperatur- und RH-Sensoren. Diese Funktionen waren bisher im HEATER Bildschirm zu finden.

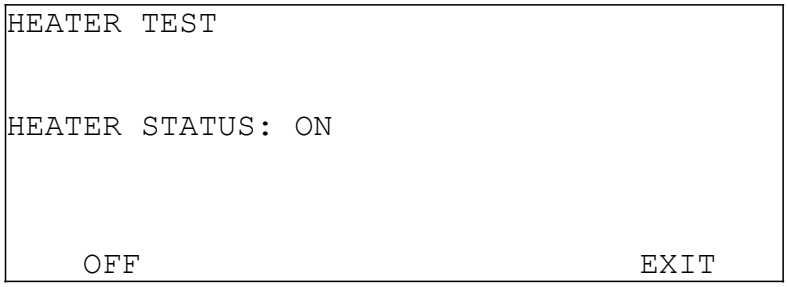
```
TEST MENU

COUNT      PUMP       TAPE       DAC
CALIBRATE  INTERFACE  FLOW       ALIGN
HEATER     FILTER-T   RH


 SELECT                           EXIT
```

11. Test der Probenahmeheizung

Der Heizung HEATER TEST Bildschirm wird genutzt um die Probenahmeheizung zu testen. Um diese Funktion ausüben zu können muss ein Passwort eingegeben werden.



Betätige den ON Funktionstaste um die Probenahmeheizung anzustellen. Die ON Tastenbezeichnung wird sich auf OFF umstellen.



Soll die Probenahmeheizung ausgeschaltet werden betätigen Sie die OFF Taste. Die OFF Tastenbezeichnung wird sich auf ON umstellen. Wenn Sie den Bildschirm über EXIT verlassen wird die Probenahmeheizung ausgeschaltet.

12. Filter Temperatur Einstellung

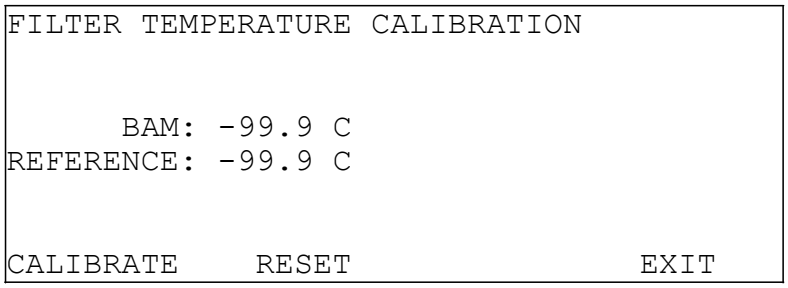
Die Filtertemperatursensoren werden in diesem Bildschirm kalibriert. Ein Passwort ist erforderlich um diese Funktion ausführen zu können.

Sobald man Zugang zu dem Bildschirm bekommt wird die Bestaubungskammer angehoben, die Pumpe eingeschaltet und der REFERENCE Wert wird auf die aktuelle Messung des SPIRANT BAM eingestellt.

Um den Sensor zu kalibrieren müssen den REFERENCE Wert eingegeben und die Taste CALIBRATE drücken.

Um die Kalibrierung Rückgängig zu machen betätigen Sie die Taste „RESET“.

Drückt man auf die Taste „EXIT“ wird die Pumpe ausgeschaltet.



Die Kalibriergleichung ist die folgende:

Kalibrierte Temperatur = Unkalibrierte Temperatur + Offset

13. RH – Sensor Kalibrierung

Der Filter RH Sensor wird durch den gezeigten Bildschirm kalibriert. Für die Kalibrierung muss das Filterband entfernt werden.

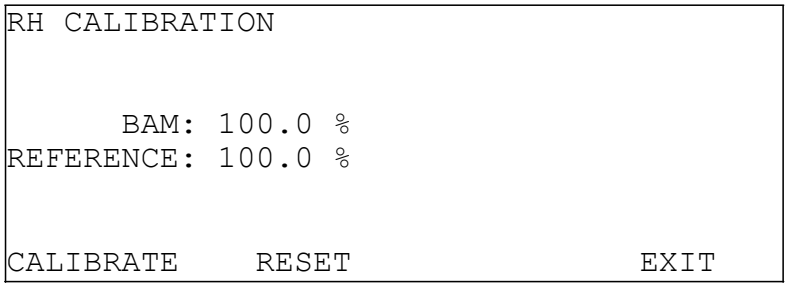
Auch für diese Funktion wird ein Passwort benötigt.

Sobald man Zugang zu dem Bild bekommt wird die Bestaubungskammer angehoben, die Pumpe eingeschaltet und der REFERENCE Wert auf die aktuelle BAM Messung eingestellt.

Um die Kalibrierung zu starten tragen Sie Ihre REFERENCE Messung ein und drücken Sie auf die CALIBRATE Taste.

Um die Kalibrierung Rückgängig zu machen drücken sie auf die RESET Taste.

Wenn die EXIT Taste betätigt wird schaltet sich die Pumpe aus.



Die Kalibriergleichung ist wie folgt: Offset

= Reference – Uncalibrated RH Calibrated

RH = Uncalibrated RH + Offset

14. Ausdruck der Einstellungen

Der Ausdruck der aktuellen Einstellungen (RS232 Kommando, `4 - Display System Configuration`) ist verbessert worden. Ein Beispiel des neuen Ausdrucks ist nachfolgend gezeigt.

```
SPIRANT BAM Settings Report
06/07/2006  14:19:45

     Station ID, 1

       Firmware, 3236-02 3.1.0

              K, 01.000
           BKGD, 00.000
            usw, 00.285
            ABS, 00.805
          Range, 1.000
         Offset, -0.005
          Clamp, -0.005
     Conc Units, mg/m3
      Conc Type, STD

             Cv, 01.000
             Qo, 00.000
      Flow Type, METERED
     Flow Setpt, 0016.7
       Std Temp, 25
      Temp Mult, 1.0000
      Pres Mult, 1.0000
      Flow Mult, 1.0000
High Flow Alarm, 20
 Low Flow Alarm, 10

      Heat Mode, MANUAL
       Heat OFF, 20
        RH Ctrl, NO
       RH SetPt, 99
         RH Log, NO
        DT Ctrl, NO
       DT SetPt, 99
         DT Log, NO

     BAM Sample, 50
     MET Sample, 60
     Cycle Mode, STANDARD
 Fault Polarity, NORM
 Reset Polarity, NORM
    Maintenance, OFF

   EUMILRNFPDCT
   000000000000

             AP, 000150
      Baud Rate, 9600
 Printer Report, 2
             e3, 00.000
```

```
        e4, 15.000

    Channel,       1,       2,       3,       4,       5,       6,
  Sensor ID,     255,     255,     255,     255,     255,     255,
 Channel ID,     255,     255,     255,     255,     255,     255,
       Name,   XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,   XXXXX,
      Units,     XXX,     XXX,     XXX,     XXX,     XXX,     XXX,
       Prec,       0,       0,       0,       0,       0,       0,
  FS Volts,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,
       Mult,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,   1.000,
     Offset,   0.000,   0.000,   0.000,   0.000,   0.000,   0.000,
Vect/Scalar,       S,       S,       S,       S,       S,       S,
  Inv Slope,       N,       N,       N,       N,       N,       N,

          ,   Offset,
    RH Cal,    0.000,
    FT Cal,    0.000,
```

Geräte Software Revision 3.2.0

BITTE ZUERST LESEN!

SPIRANT BAM-9800 Ergänzung

Folgendes Dokument beschreibt die Punkte der Geräte Software Revision 3.2.0 welche in dem SPIRANT BAM-9800 Handbuch Rev. E und im Ergänzung zu Version 3.1.0 nicht enthalten sind.

Inhaltsverzeichnis

1. Flash Upgrade 3

2. Zeitdauer der Betamessung 4

3. Sensor Ausfälle 5

3.1. Ausfall des Umgebungstemperatur Sensors 5

3.2. Ausfall des Umgebungsluftdruck Sensors 5

3.3. Ausfall des Betatemperatur Sensors 5

4. BKGD Eingabegenauigkeit 5

5. Konzentrationsausgabe 6

1. Flash Upgrade

Folgendes ist beim Upgrade des Programms der Version 3.x.0 to 3.2.0 durch das Flash Update Utility Programm oder aber durch das Ersetzen des Chip zu beachten:

Vor dem Start des Update Prozesses:

1. Der „Flash Update Prozess“ wird alle Daten und Fehlerprotokolle löschen. Also vor dem Start die Daten herunterladen und speichern.
2. Notieren Sie den OFFSET Wert (`SETUP/SAMPLE OFFSET`). Dieser wird nach dem Update Prozess wieder benötigt.
3. Notieren Sie den BKGD Wert (`SETUP/CALIBRATE BKGD`). Dieser wird nach dem Update Prozess wieder benötigt.

Nach dem update Prozess:

4. Die RS232 Baudrate (Datenübertragungsgeschwindigkeit) wird automatisch auf 38400 umgestellt. Bitte entsprechend korrigieren/anpassen.
5. Stellen Sie die Filtertemperatur (`TEST/FILTER-T`) und die RH (`TEST/RH`) Sensoren neu ein.
6. Stellen Sie den zuvor aufgenommenen OFFSET Wert `SETUP/SAMPLE OFFSET` wieder ein.
7. Stellen Sie den `SETUP/SAMPLE CONC UNITS` Wert ein.
8. Stellen Sie den `SETUP/SAMPLE COUNT TIME` Wert ein.
9. Stellen Sie den `SETUP/CALIBRATE CONC TYPE` Wert ein.
10. Stellen Sie den `SETUP/CALIBRATE FLOW TYPE` Wert ein.
11. Stellen Sie den zuvor aufgenommenen BKGD Wert `SETUP/CALIBRATE BKGD` wieder ein.

2. Zeitdauer der Betamessung

Die Zeitdauer der Betamessung kann in dieser Version ausgewählt werden.

Zu finden ist die Zeitdauer Auswahl im SETUP/SAMPLE Bildschirm.

Der Feldname ist: COUNT TIME. Ausgewählt werden können entweder 4, 6, oder 8 Minuten.

```
                                SETUP SAMPLE

RS232 38400 8N1      BAM SAMPLE  050 MIN

STATION #  01        MET SAMPLE  01  MIN
RANGE   1.000 mg     OFFSET   -0.005 mg
CONC UNITS ug/m3     COUNT TIME   4  MIN
   SAVE                            EXIT
```

Wird die Speichertaste SAVE gedrückt und die empfohlene BAM SAMPLE Zeit korrespondiert nicht mit der eingegebenen Zeitdauer COUNT TIME wird eine empfohlene BAM SAMPLE angezeigt. Diese Beispielzeiten sehen Sie in der folgenden Tabelle:

COUNT TIME	BAM SAMPLE
4	50
6	46
8	42

```
            >>> CAUTION <<<
     FOR A COUNT TIME OF 4 MINUTES
            THE RECOMMENDED
     BAM SAMPLE TIME IS 50 MINUTES.

   CHANGE THE BAM SAMPLE TIME TO 50?

   YES                               NO
```

Soll die BAM SAMPLE Zeit geändert werden drücken Sie auf YES und alle Veränderungen im SAMPLE Bildschirm werden gespeichert. Soll die BAM SAMPLE Änderung nicht gespeichert werden aber alle anderen Änderungen des SAMPLE Bildschirms bitte die NO Taste drücken.

3. Sensor Ausfälle

Sensorenausfallkriterien beziehen sich auf die Umgebungstemperatur, der Betatemperatur und auf die Umgebungsdruck Sensoren.

3.1. Ausfall des Umgebungstemperatur Sensors

Der Umgebungstemperatur Sensor wird auf Fehler überprüft sofern entweder die `CONC TYPE` oder die `FLOW TYPE auf ACTUAL` eingestellt ist. Geprüft wird nur während der Sample Phase wenn die Pumpe in betrieb ist.

Kommt es während einer Minute Messzeit durchschnittlich zu einem Wert von weniger als -29.0 C oder größer als 49.0 C ist der Sensor fehlerhaft. Der Fehler wird einmal pro Messzyklus festgehalten als ein `FLOW` Fehler`(F)`.

3.2. Ausfall des Umgebungsluftdruck Sensors

Der Umgebungsluftdruck Sensor wird am Ende der Zählperioden I0 und I3 auf Fehler überprüft.

Ist die durchschnittliche Messung für die Beta Zähler Periode weniger als 487.5 mmHg (650 hPa) oder aber größer als 774.2 mmHg (1032 hPa) ist der Sensor fehlerhaft. Der Fehler wird einmal pro Messzyklus festgehalten als ein `FLOW` Fehler`(F)`.

3.3. Ausfall des Betatemperatur Sensors

Der Betatemperatur Sensor wird am Ende jeder Betazählperiode auf Fehler überprüft (`I0`, `I1`, `I2`, `I1x` and `I3`).

Ist die durchschnittliche Messung für die Betazählperiode geringer als 0 C oder aber höher als 60 C ist der Sensor fehlerhaft. Der Fehler wird einmal pro Messzyklus festgehalten als ein `BT FAILURE` Fehler. Dieser Fehler wird die gespeicherten Daten nicht als fehlerhaft markieren.

4. BKGD Eingabegenauigkeit

Die BKGD Auflösung hat sich erweitert von 3 auf 4 Stellen nach dem Dezimal Punkt.

```
CALIBRATE SETUP
                      FLOW RATE: 16.7
  CONC TYPE: STD      FLOW TYPE: ACTUAL
         Cv:  1.000          Qo: 0.000
        ABS:  0.805         usw: 0.285
          K:  1.000        BKGD: 0.0000
   STD TEMP: 25 C         HEATER: AUTO
   SAVE                           EXIT
```

5. Konzentrationsausgabe

Ein ‘z’ RS232 Befehl wurde hinzugefügt um die Druckerschnittstelle so zu konfigurieren dass die Konzentration am Ende des Messzyklus angegeben wird. Diese Ausgabe kann als Schnittstelle zu externen Datenaufzeichnungsgeräten eingesetzt werden die eine serielle Schnittstelle nutzen.

Die Parameter dieser Ausgabe sind: Datum, Zeit, Konzentration und Sample Luftvolumen (Qtotal). Die Breite des Berichtes kann nicht geändert werden.

Das Format in mg/m3 ist: `MM/DD/YY HH:mm:ss,+99.999,+9.999`
Das Format in ug/m3 ist: `MM/DD/YY HH:mm:ss,+999999,+9.999`

Folgendes ist ein Ausgabebeispiel für beide Konzentrationseinheit (mg/m3, ug/m3).

```
MM/DD/YY HH:mm:ss,+00.015,+0.835
MM/DD/YY HH:mm:ss,+000015,+0.835
```

Oder

```
MM/DD/YY HH:mm:ss,-00.001,+0.835
MM/DD/YY HH:mm:ss,-000001,+0.835
```

Die Zeitmarke für den Ausdruck im `STANDARD` Zyklus ist jeweils der Beginn der vollen nächsten Stunde. Sehen Sie bitte im Handbuch Abschnitt 4.18 wegen der Definition der Zyklen nach

Ein Beispiel: erfolgt die Messung zwischen 2 und 3 Uhr ist das Konzentrations-ausgabeformat:

```
MM/DD/YY 03:00:00,+00.015,+0.835
```

Die Ausdruck Zeitmarke für den `EARLY` Zyklus in obigem Beispiel würde Minute 55 Sekunde 00 sein für die gegenwärtige Stunde. Das Konzentrationsausgabeformat ist dann:

```
MM/DD/YY 02:55:00,+00.015,+0.835
```

Den ‘z’ Befehl kann man nun im RS232 Ausgabemenü (Befehl 8) finden, wie im folgenden zu sehen ist:

```
    > SPIRANT BAM < Utility
          Commands

ASCII Commands:

c     - Clear Data Memory (Password required)
d     - Set Date (Password required)
e     - Display Hex EEPROM Setup Values
f     - Factory Calibration Tests
h,H,? - Display > SPIRANT BAM < System Menu
i     - Display ID Values
m     - Display Hex Data Memory Values
```

```
p      - Modify Modem Pointer
q      - Display Station ID
t      - Set Time (Password required)
z      - Enable concentration report to PRINTER output
```

Geräte Software Revision 3.2.1b

BITTE ZUERST LESEN!

SPIRANT BAM-9800 Ergänzung

Folgendes Dokument beschreibt die Punkte der Geräte Software Revision 3.2.1b welche in dem SPIRANT BAM-9800 Handbuch Rev. E und in Ergänzung zu Version 3.2.0 nicht enthalten sind.

Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht 3

2. Hauptbildschirm 3

3. Konzentrations - Offset 4

3.1. Unteres Konzentrations- Limit (e1) 5

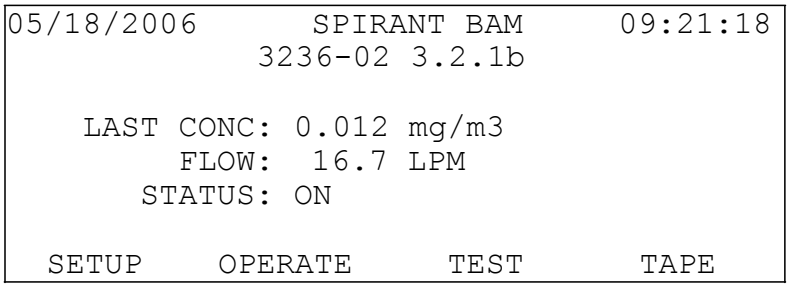
4. Tagesreport der Messdaten 6

1. Übersicht

Diese Anleitung gibt eine Übersicht über die Änderungen der Gerätesoftware des BAM 1020 Messgerätes von Version 3.2.0 zu 3.2.1b. Diese Ergänzung ist im Zusammenhang mit der Bedienungsanleitung des SPIRANT BAM – 9800 Revision E und den Ergänzungen 3.0.0, 3.1.0 und 3.2.0 zu lesen.

2. Hauptbildschirm

Durch das Update wird sich der Hauptbildschirm verändern:



Zeile 2, `3236-02 3.2.1b`, zeigt die Gerätesoftware Ersatzteilnummer sowie die Revisionsnummer an.

Zeile 4, `LAST CONC`, zeigt die Konzentration der Messung der letzten Stunde. Die Einheit der Konzentration ist entweder mg/m^3 oder aber $\mu g/m^3$. Diese Einheit wird im `SETUP/SAMPLE` Bildschirmbild ausgewählt durch das ändern des Wertes im `CONC UNITS` Feld.

Zeile 5, `FLOW`, zeigt den aktuellen Luftdurchsatz. Die Volumenstromeinheiten sind entweder `LPM` oder `SLPM`. Die Art der Volumenstromregelung bestimmt die Volumenstromstromeinheit. Im Bildschirm `SETUP/CALIBRATE` Feld `FLOW TYPE` kann man den Wert auswählen.

Zeile 6, `STATUS`, zeigt den operationalen Status und den Fehlerstand.

Zeile 7, Wenn eine Außentemperaturmessung erforderlich ist aber keine Verbindung besteht wird folgende Meldung erscheinen: `MISSING TEMP PROBE`.

3. Konzentrations - Offset

Änderung des unteren Wertes des Konzentrations- Offset von `-0.005` auf `-0.015`. Die Anzeige des Gerätes kann nun festgehalten werden im Bereich von `-0.015` bis `0.005` falls der Messwert darunter liegen sollte.

Die Werkseinstellung für den Offset Parameter ist `-0.015`.

```
                                SETUP SAMPLE

RS232 38400 8N1      BAM SAMPLE  050 MIN

STATION #  01        MET SAMPLE  01  MIN
RANGE   1.000 mg     OFFSET   -0.015 mg
CONC UNITS ug/m3     COUNT TIME   4  MIN
   SAVE                           EXIT
```

Anmerkung: Sollten Sie entweder den `RANGE` oder den `OFFSET` Parameter verändern müssen, beachten Sie bitte dass dabei die gespeicherten Messdaten gelöscht werden.

Die folgende Tabelle zeigt den unteren und oberen Datenbereich des internen Datenspeichers für die verschiedenen RANGE Einstellungen. Sie zeigt auch die Datenauflösung des Datenspeichers in µg pro Speichereinheit. Beachten Sie bitte dass der dynamische Messbereich des Datenspeichers 4095 Bits beträgt.

OFFSET (mg)	RANGE (mg)	Low Scale (mg)	Full Scale (mg)	ug / bit
-0.015	0.100	-0.015	0.085	0.02
-0.015	0.200	-0.015	0.185	0.05
-0.015	0.250	-0.015	0.235	0.06
-0.015	0.500	-0.015	0.485	0.12
-0.015	1.000	-0.015	0.985	0.24
-0.015	2.000	-0.015	1.985	0.49
-0.015	5.000	-0.015	4.985	1.22
-0.015	10.000	-0.015	9.985	2.44

3.1. Unteres Konzentrations- Limit (e1)

Änderung des unteren Konzentrationsanzeigewertes (e1) von `-0.005` auf `-0.015`.

Der Einstellbereich für diesen Parameter ist von `-0.015` bis `0.010`.

Die Werkseinstellung ist `-0.015`.

```
                        SETUP MODE EXTRA 1

e1: Low Concentration Limit      -0.015
e2: Not Used                      0.500
e3: Membrane OFF Delay (Sec)      0.000
e4: Membrane Time Out (Sec)      15.00

   SAVE                           EXIT
```

4. Tagesreport der Messdaten

Der Ausdruck des Tagesreports (Befehle 1, 2, und 3) wurde bezüglich der Start und Stoppzeiten geändert um eine richtige Synchronisation mit dem aktuellen Tag zu gewährleisten die Zeiten sind nun von 00:00:01 – 24:00:00 (anstatt wie früher von 00:00:00 – 23:59:59). Im folgenden sehen Sie einen geänderten Ausdruck als Beispiel.

```
  Report for 11/19/2006 - Day 323    > SPIRANT BAM < Station ID:  1

Channel                          01     02     03     04     05     06
Sensor              Conc   Qtot  XXXXX  XXXXX  PRESS  RH     FT     AT
Units               ug/m3  m3    XXX    XXX    mmHg   %      C      C
=============================================================================
01:00 ----L-------  00185  0.000  0.000  00000  738.3  016.9  046.1  016.8
02:00 ----L-------  00185  0.000  0.000  00000  738.4  016.1  045.6  016.0
03:00 ------------  00010  0.700  0.000  00000  738.4  015.3  045.1  015.8
04:00 ------------  00010  0.700  0.010  00000  738.6  018.0  044.9  016.4
05:00 ----L-------  00185  0.000  0.000  00000  738.9  017.0  045.0  016.1
06:00 ------------  00009  0.700  0.000  00000  739.2  015.9  044.9  015.4
07:00 ----L-------  00185  0.000  0.000  00000  739.6  017.1  044.5  014.5
08:00 ------------  00007  0.700  0.000  00000  740.1  018.0  044.3  015.7
09:00 ------------  00007  0.700  0.007  00000  740.5  018.6  044.7  017.9
10:00 ------------  00008  0.700  0.007  00000  740.7  016.0  046.0  022.5
11:00 ------------  00009  0.700  0.008  00000  740.5  016.1  048.0  024.4
12:00 ------------  00010  0.700  0.009  00000  740.5  014.3  050.2  026.5
13:00 ------------  00010  0.700  0.010  00000  740.4  012.7  051.9  025.9
14:00 ------------  00009  0.700  0.010  00000  740.0  012.5  052.2  025.4
15:00 ------------  00010  0.700  0.009  00000  739.6  014.0  052.2  025.4
16:00 ----L-------  00185  0.000  0.000  00000  739.3  013.6  052.1  024.6
17:00 ------------  00002  0.700  0.000  00000  738.9  013.8  052.2  027.5
18:00 ------------  00005  0.700  0.002  00000  738.7  013.5  052.8  027.7
19:00 ------------  00005  0.700  0.005  00000  738.7  013.3  053.1  026.4
20:00 ------------  00002  0.700  0.005  00000  739.0  014.3  051.3  021.7
21:00 ------------  00003  0.700  0.003  00000  739.1  015.2  049.9  019.2
22:00 ------------  00003  0.700  0.003  00000  739.4  015.4  048.8  018.3
23:00 ------------  00003  0.700  0.003  00000  739.9  015.5  047.3  016.9
00:00 ------------  00003  0.700  0.003  00000  739.5  017.9  045.5  015.9

Savg                00044  0.554  0.004  00000  739.4  015.5  048.3  020.5
Vavg                00000  0.000  0.000  00000  00000  00000  00000  00000

Data Recovery 100.0 %
```

In der Zeile **Savg** finden Sie die berechneten 24h Mittelwerte der aufgezeichneten Daten des jeweiligen Tages. Die Zeile **Vavg** ist ein Vektormittelwert für eventuell angeschlossene Sensoren die eine Vectorinformation liefern z.B. Windrichtung.

Der Wert **Data Recovery** gibt die Verfügbarkeit des Gerätes während des betreffenden Tages an. In den Spalten 01 – 06 werden die Mittelwerte der angeschlossenen Sensoren angezeigt

592
TEMPERATUR SENSOR
HANDBUCH

Urheberrechtsvermerk

© Copyright 2012 Ecotech, Inc. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Ecotech, Inc. übersetzt werden.

Technische Unterstützung

Für technische Unterstützung, bitte konsultieren Sie zuerst die mitgelieferten Unterlagen um Ihr Problem zu lösen. Wenn Sie danach immer noch Probleme haben wenden Sie sich bitte an unseren Technischen Kundendienst, während unserer normalen Geschäftszeiten.

Telefon: +613 9730 7800

Fax: +613 9730 7899

E-Mail: service@ecotech.com.au

Postadresse: Technical Services Department
Ecotech Pty Ltd
1492 Ferntree Gully Road
Knoxfield, VIC, 3180,
Australia

Inhaltsverzeichniss

1.0 EINLEITUNG 4

Abbildung 1-1: Modell 592 Temperatursensor 4
Eigenschaften 5
Elektronische Eigenschaften 5

3.0 ANSCHLUSSVERBINDUNGEN 5

Abbildung 3-1:Temperatursensor und Anschlussverbindungen 5

4.0 KALIBRIERÜBERPRÜFUNG 6

1.0 Einleitung

1.1 Der Temperatursensor Modell 592 ist an einem Strahlungsschutzschild befestigt, siehe Abbildung 1-1. Konzentrisch emaillierte Aluminium Platten reflektieren die Solarenergie, die auf den Temperatursensor einfällt. Das Schild ist so gestaltet dass sowohl die Messfehler durch die direkte Einstrahlung als auch die durch die reflektierte terrestrische Einstrahlung weitgehend reduziert werden. Das Schild ist selbst belüftend bei normalen Windbedingungen.

1.2 Das Strahlungsschild welches den Temperatur Sensor enthält läst sich an einem Ecotech Typ 191 Querarm oder jedem anderen 25 mm (1-inch) Durchmesser horizontalem Rohr, wie z.B. dem Ecotech Typ 193 universellem Haltearm befestigen.

1.3 Das Model 592 wird ausgeliefert mit einem 4.6 m (15 Fuß) langen Anschlusskabel und einem 4-poligen Anschlussstecker, der direkt in den Eingang des AutoMet Daten Aufzeichnungsgerätes passt. Für die Verbindung zu anderen Instrumenten kann der Stecker entweder abgeschnitten werden oder aber der Sensor kann ohne den Anschlussstecker bestellt werden. Siehe die Drahtfarben und Pinbelegungen des Sensors in Abbildung 3-1. Ist der Sensor ohne Anschlussstecker geliefert worden beachten Sie bitte die korrekten Farben der Drähte beim Anschließen.

1.3.1 Diese Sensoren sind sehr haltbare und feldgeprüfte Geräte.

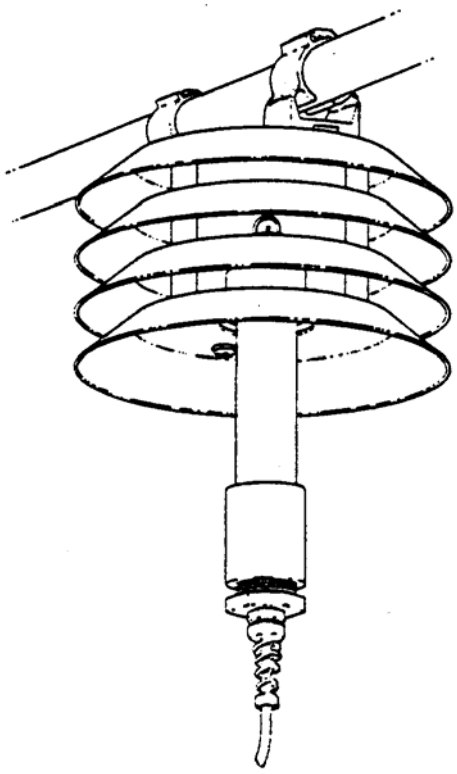


Abbildung 1-1: Modell 592 Temperatursensor

Spezifikationen

Eigenschaften

Temperatur Spanne: Standard	-30° to +50° C (-22° to +122° F)
Optional	-50° to +50° C (-58° to +122° F)
Genauigkeit: Standard	± 0.15° C
Optional	± 0.1° C
Linearität	± 0.15° C
Zeitkonstante	10 Sekunden ohne Wind

Elektronische Eigenschaften

Stromverbrauch	Bei 12V DC typisch 4mA
Ausgang	0-1 Volt für -30° to +50° C 0.5-1 Volt für -50° to +50° C
Ausgangsimpedanz	100 Ohm Maximal
Maximale Kabellänge	30 m (100-ft) (Wenn eine längere Verbindung gebraucht wird bitte Rücksprache mit dem Hersteller)

3.0 Anschlussverbindungen

3.1 Die folgenden Verbindungen sind für den Typ 592 Temperatursensor verfügbar. Der Sensor erfordert 12 V Gleichspannung für den Betrieb. Der Ausgang ist normalerweise 0-1 Volt für den Eingang zu einem Datenspeicher oder anderen Geräten. Der Sensor hat einen ID Ausgang, den verschiedene intelligente Datenspeichersysteme wie z.B. das AutoMet und der SPIRANT BAM Staubmessgerät nutzen können. Der Ausgang erlaubt dem Aufzeichnungsgerät den installierten Sensor automatisch zu erkennen und die notwendigen Parameter zu setzen, so das der Benutzer nicht mehr tun muss.

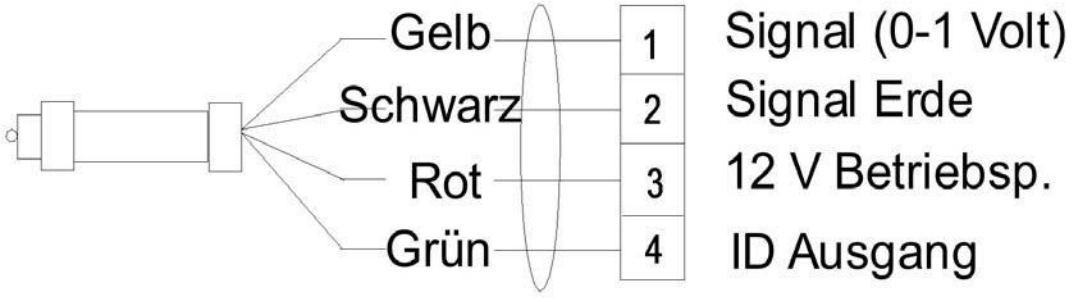


Abbildung 3-1:Temperatursensor und Anschlussverbindungen

4.0 Kalibrierüberprüfung

4.1 Eine einfache Überprüfung der Kalibrierung kann in einem Eisbad ausgeführt werden. Der Fühler wird aus dem Schild entfernt und im Eisbad getestet. Den Fühler sollte man hierzu mit einer Plastik- oder Gummiabdeckung schützen, soweit er in das Wasser getaucht wird. Bei 0° C oder 32° F kann der Ausgang des Sensors dann mit einem angeschlossenen Gerät oder einem Voltmeter gemessen werden. Beim Gefrierpunkt sollte die Spannung am Ausgang bei 0.375 Volt liegen. Bei einer Zimmertemperatur von 20° C sollte die Ausgangspannung bei ca. 0.625 Volt liegen.

594
LUFTDRUCK SENSOR
HANDBUCH

Urheberrechtsvermerk

© Copyright 2012 Ecotech, Inc. Alle Rechte vorbehalten weltweit. Kein Teil dieser Publikation darf in einem Dateninformations- oder -abfragesystem reproduziert werden, übertragen werden, gespeichert werden, oder in irgendeine andere Sprache in irgendeiner Form mit irgendwelchen Mitteln ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von Ecotech, Inc. übersetzt werden.

Technische Unterstützung

Für technische Unterstützung, bitte konsultieren Sie zuerst die mitgelieferten Unterlagen um Ihr Problem zu lösen. Wenn Sie danach immer noch Probleme haben wenden Sie sich bitte an unseren Technischen Kundendienst, während unserer normalen Geschäftszeiten.

Telefon: +613 9730 7800

Fax: +613 9730 7899

E-Mail: service@ecotech.com.au

Postadresse: Technical Services Department
Ecotech Pty Ltd
1492 Ferntree Gully Road
Knoxfield, VIC, 3180
Australia

Inhaltsverzeichnis

1.0 GENERELLE INFORMATIONEN 4

2.0 SPEZIFIKATIONEN 4

EIGENSCHAFTEN 4
ELEKTRONISCHE EIGENSCHAFTEN 4
PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN 4

3.0 INSTALLATION 5

4.0 BEDIENUNG 5

Tabelle 4-1: Luftdruck Sensor Bereich Auswahl 5

5.0 WARTUNG UND FEHLERSUCHE 6

Abbildung 5.1-Luftdruck Sensor Kabelanschlüsse 6
Abbildung 5.2-Luftdruck Sensor Montage 7

1.0 GENERELLE INFORMATIONEN

Der 5904 Luftdruck Sensor nutzt ein aktives Halbleiterelement um den Luftdruck zu messen. Eine eigenständige Elektronik liefert eine stabilisierte Spannung zum Halbleiterelement und zur Verstärkung des Signalausgangs.

2.0 Spezifikationen

Eigenschaften

Kalibrierter Messbereich:	880-1084 hPa (26-32" Hg) (Standard)*
Kalibrierter Betriebsbereich:	-18°C to +50°C
Betriebstemperaturbereich:	-40°C to +50°C
Auflösung:	unendlich
Genauigkeit:	±1.35 hPa (±0.04 in Hg)
Genauigkeit:	±0.125% FS
Ausgang:	0-1V DC (Standard)*

*Nummerierungsbeispiel Bereich: 5904 - 26/32 - 1

Basis Mod # Bereich ("Hg) Ausgangsspannung

(In diesem Beispiel ist der Sensor Ausgang 0-1V in einem Bereich von 26 to 32" Hg)

Elektronische Eigenschaften

Stromverbrauch:	11 mA @ 12 VDC
Sensor Ausgang:	0-1 VDC Standard 0-5 VDC Optional

Physikalische Eigenschaften

Gewicht:	8.8 Oz (250 g)
Größe:	2.13" x 3.2" x 5" (5.4 x 8.3 x 13 cm)

3.0 INSTALLATION

3.1 Sensor Montage

Den Sensor sollte man am Mast mit dem Druckeinlasskanal nach untengerichtet anbringen. Je nach Befestigungs-Hardware die Befestigungshaken am Mast positionieren. Mit Druck die Haken in die Klemmverbindung einrasten. (um die Klemmen vom Mast zu entfernen, die Klemmen auseinander drücken) oder die Muttern anziehen bis der Sensor stramm am vorgesehenen Befestigungspunkt sitzt. Siehe Abb. 5.2

4.0 Bedienung

4.1 Der Luftdruck Sensor ist in der Fabrik kalibriert worden und wird sich so lange dieser nicht defekt ist nicht verändern. Um sich über die korrekte Funktion des Sensors und Moduls zu vergewissern, ist es empfehlenswert diese mit der lokalen Wetterdienststelle zu überprüfen. Ganz exakte Korrelation ist nicht zu erwarten da es geografische und meteorologische Abweichungen gibt. Der Sensor liest den absoluten Luftdruck, wobei die Messungen der lokalen Wetterstationen oft dem Meeresspiegel angeglichen werden.

4.2 Man sollte daran denken dass der Nominale Luftdruck auf Höhe des Meeresspiegels ist etwa 1013 hPa (30“ Hg) ist und das pro etwa 305 m (1,000 Fuß) Höhenunterschied der Mittlere Luftdruck um ca, 34 hPa (1“ Hg) abnimmt. Beispiel: Eine Wetterstation auf Meeresspiegel nutzt ein Barometer in einem Bereich von 880 bis 1084 hPa (26 bis 32“ Hg) um alle möglichen Wetterbedingungen abzudecken. Einer Wetterstation in 1200 m (4.000 ft) Höhe oberhalb des Meeresspiegels würde einen Messbereich von 745 bis 848 hPa (22 bis 28“ Hg) erfordern.

Tabelle 4-1: Luftdruck Sensor Bereich Auswahl

Höhe über NN Meter	(ft)	Bereich hPa ("Hg") (Standard)*	
0 bis 457	(0 bis 1,500)	880/1084	(26/32)
468 bis 1067	(1,501 bis 3,500)	813/1016	(24/30)
1068 bis 1676	(3,501 bis 5,500)	745/948	(22/28)
1677 bis 2438	(5,501 bis 8,000)	677/880	(20/26)
2439 bis 3048	(8,001 bis 10,000)	610/813	(18/24)
3049 bis 3810	(10,001 bis 12,500)	542/745	(16/22)
3811 bis 4724	(12,501 bis 15,500)	474/677	(14/20)
4725 bis 5791	(15,501 bis 19,000)	406/610	(12/18)

*Bitte im Werk nachfragen falls andere Bereiche gewünscht sind

4.3 Jeder Sensor wird mit einem Kalibrierdatenblatt geliefert. Dieses Blatt zeigt die Messwerte des Sensors bei zwei oder mehr verschiedenen Druckwerten. Es ist ratsam diese Werte aufzubewahren, weil bei einer eventuell erforderlichen Rekalibrierung des Sensors im Feldeinsatz diese Werte benötigt werden. Sind

diese Daten nicht mehr vorhanden muss der Sensor zum Werk zurückgeschickt werden um neu kalibriert zu werden.

5.0 Wartung und Fehlersuche

5.1 Genereller Wartungsplan:

- Den Druckeinlasskanal gelegentlich überprüfen, um sich zu vergewissern dass es keine Blockierung gibt. Darüber hinaus sind keine periodischen Wartungen oder Kalibrierungen erforderlich.

- Den Sensor auf korrekte Funktion überprüfen, Lesen Sie bitte dazu in Abschnitt 4.1.

5.2 5904 Drucksensor Wartung:

Der Drucksensor erfordert normalerweise keine regelmäßige Wartung oder Kalibrierung. Sollte es dennoch nötig sein, muss der Sensor zurück ins Werk geschickt werden. Beim Drucksensor Model 5904 muss immer sichergestellt werden dass der Sensoreingangskanal sauber und nicht blockiert ist.

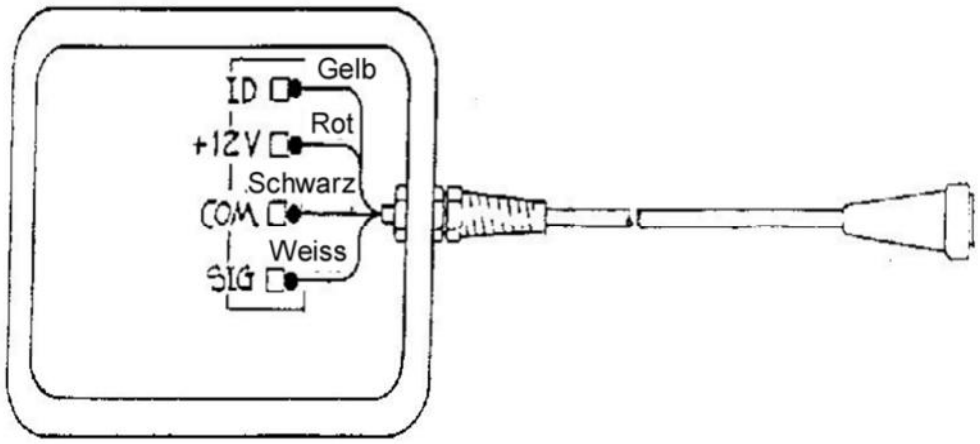


Abbildung 5.1-Luftdruck Sensor Kabelanschlüsse

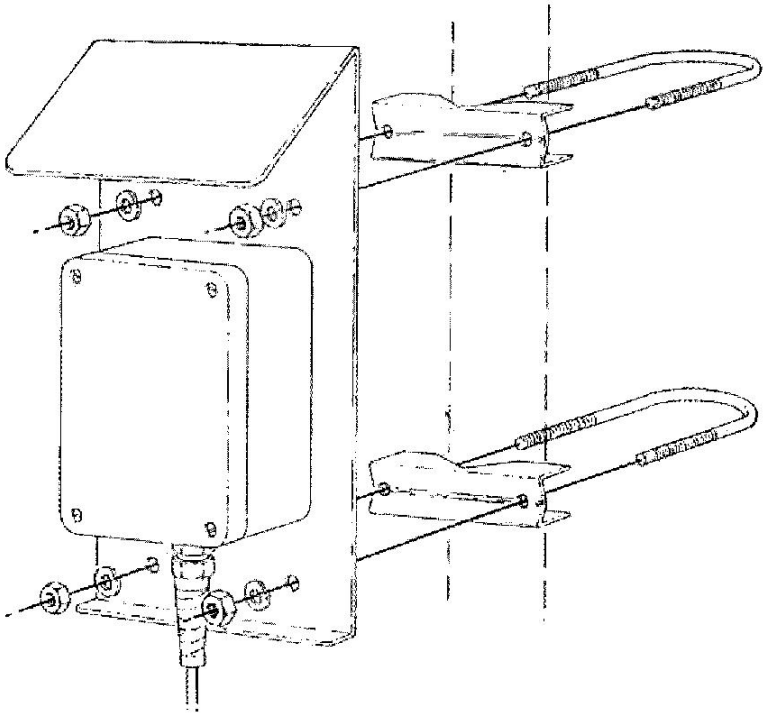


Abbildung 5.2-Luftdruck Sensor Montage